

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

SILOM SCHIMIDT

**DESENVOLVIMENTO, IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO ENERGÉTICO MUNICIPAL:  
O CASO DE SANTA HELENA (PR).**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2004

SILOM SCHIMIDT

**DESENVOLVIMENTO, IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO ENERGÉTICO MUNICIPAL:  
O CASO DE SANTA HELENA (PR).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Alexandre de Avila Leripio

Florianópolis

2004

SILOM SCHIMIDT

**DESENVOLVIMENTO, IMPLANTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM  
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO ENERGÉTICO MUNICIPAL:  
O CASO DE SANTA HELENA (PR).**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de abril de 2004.

---

Profº. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Profº. Alexandre de Avila Leripio, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
**Orientador**

---

Profº. João HÉlvio Righi de Oliveira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Maria (RS)  
Examinador

---

Profº. Paulo Roberto Chavarria Nogueira, Dr.  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
Examinador

*Dedico este trabalho à minha esposa Rita  
e aos meus filhos Raphael e Dorian, pelo  
apoio e incentivo constante.*

## AGRADECIMENTOS

Como dizer “obrigado” quando há tantos a quem agradecer? Mas, algumas pessoas são responsáveis de forma mais direta pela realização deste trabalho, entre elas:

*À minha família, que proporcionaram a base de valores éticos e morais que dão direção e sentido à minha vida.*

*Ao Profº. Dr. Alexandre de Ávila Leripio pelo paciente trabalho de orientação.*

*Ao Profº. Dr. Edson Pacheco Paladini, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.*

*Aos Professores e colegas de turma e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) de Cascavel (PR).*

*À Ana Lúcia N. La Rovere, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), Coordenadora do PROCEL.*

*À Equipe de trabalho, pela colaboração e comprometimento.*

Se um problema não tem solução, deixa de ser um problema e vira um processo. Não para ser resolvido, mas para ser gerenciado.

(Shimon Peres, político israelense)

## **RESUMO**

A economia brasileira apresenta perspectivas bastante favoráveis para um crescimento econômico sustentado. Com as políticas e os programas de conservação energética e o gerenciamento da demanda e dos impactos ambientais causados pelas ações do homem ao meio ambiente, haverá maior confiabilidade nos sistemas de distribuição de energia no País e, com isso, a conservação do Planeta. Em contribuição ao Plano de Eficiência Energética Municipal de Santa Helena (PR), este estudo tem como objetivo o desenvolvimento, implementação e avaliação de um Programa de Uso Eficiente de Energia Elétrica, como contribuição para a conservação ambiental, após um diagnóstico do dispêndio de energia. Para tanto, esta pesquisa é classificada como bibliográfica, um estudo do tipo exploratório e qualitativo, que foi realizado em prédios públicos, escolas, creches, universidade e na iluminação pública, com o intuito de analisar o sistema de avaliação de dispêndio de energia, fazer uma reflexão das ações para uma sustentabilidade na prática; avaliar o processo de conscientização no uso racional de energia; e, definir os métodos para um gerenciamento energético eficiente. Nos resultados foram observados que a vantagem da efficientização é que esta é a única fonte (virtual) de energia que não gera impactos ambientais negativos, no combate ao desperdício ganha o sistema elétrico, o consumidor e a sociedade como um todo, pois é um dos fatores para a conservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Eficiência energética; Conservação; Gestão energética; Educação ambiental.

## **ABSTRACT**

The Brazilian economy presents sufficiently favorable perspectives for a supported economic growth. With the politics and the programs of energy conservation and the management of the demand and the environment impacts caused by the actions of the man to the environment, it will have greater trustworthiness in the distribution of energy systems in the country and, with this, the conservation of the Planet. In contribution to the Plan of municipal Energy Efficiency of Santa Helena (PR), this study has as objective, the development, implementation and evaluation of a Program of Efficient Use of Electric Energy, as contribution for the environment conservation, after a diagnosis of the energy great expense. For in such a way, this research is classified as bibliographical, a qualitative and exploratory study, that was carried through in public building, schools, day-care centers, university and in the public illumination, with intention to analyze the energy great expense system of evaluation, to make a reflection of the actions for a practical afford; to evaluate the process of awareness in the rational use of energy; and, to define the methods for efficient energy management. In the results they had been observed that the advantage of the more efficient use of energy is that this is the only source (virtual) of energy that does not generate negative environment impacts, in the combat to wastefulness gains the electrical system, the consumer and the society as a whole, therefore is one of the factors for the conservation of the environment.

Key-words: Energy efficiency; Conservation; Energy management; Environment education.



## Lista de ilustrações

Figura 3.1 - Localização do município de Santa Helena (PR) .....	57
Figura 3.2 - Croqui das ruas do município de Santa Helena (PR) .....	58
Figura 4.1 - Fotografia do Seminário de Gestão Energética Municipal.....	62
Figura 4.2 - Fotografia do Programa PROCEL nas escolas.....	63
Figura 4.3 - Fotografia da campanha de divulgação e sensibilização.....	63
Figura 4.4 - Consumo de energia dos ginásios de esportes .....	68
Figura 4.5 - Consumo de energia nas unidades escolares .....	70
Figura 4.6 - Consumo de energia na iluminação pública .....	71
Figura 4.7 - Fotografia do prédio antigo da prefeitura municipal .....	73
Figura 4.8 - Fotografia do prédio atual da prefeitura municipal .....	73
Figura 4.9 - Fotografia da pedreira municipal antiga .....	76
Figura 4.10 - Fotografia da pedreira municipal antiga.....	76
Figura 4.11 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal antiga .....	77
Figura 4.12 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal nova .....	77
Figura 4.13 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal nova .....	78
Figura 4.14 - Fotografia da pedreira municipal nova .....	78
Figura 4.15 - Fotografia do Certificado PROCEL - 1º Lugar nacional – prédios públicos municipais.....	87
Figura 4.16 - Fotografia do Certificado PROCEL - 1º Lugar nacional – educação .....	88
 Quadro 3.1 - Descrição da metodologia da pesquisa .....	 54
Quadro 4.1 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da prefeitura municipal .....	74
Quadro 4.2 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da pedreira municipal .....	79
Quadro 4.3 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da escola municipal José Engel .....	81
Quadro 4.4 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da iluminação pública .....	82
Quadro 5.1 - Relação entre objetivos específicos e resultados obtidos .....	90

## **Lista de tabelas**

Tabela 4.1 - Níveis de iluminância médios recomendados pela NBR ISO 5413	60
Tabela 4.2 - Consumo de energia elétrica nos órgãos da administração municipal e potencial de economia de energia .....	85

## **Lista de siglas e abreviaturas**

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CF	Constituição Federal
COPEL	Companhia Paranaense de Energia Elétrica
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S. A.
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
ISER	Instituto de Estudos de Religião
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PGEM	Programa de Gestão Energética Municipal
PROCEL	Programa de Conservação de Energia Elétrica
UGEM	Unidade de Gestão Energética Municipal
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 Apresentação do Tema e Definição do Problema de Pesquisa .....	14
1.2 Objetivos da Pesquisa .....	17
1.2.1 Objetivo geral .....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
1.3 Justificativa e Relevância da Pesquisa .....	19
1.4 Delimitações do Estudo .....	21
1.5 Estrutura do Trabalho .....	21
 <b>2 GESTÃO ENERGÉTICA .....</b>	 <b>23</b>
2.1 Desenvolvimento Econômico: A Sustentabilidade na Prática .....	23
2.2 Histórico da Conservação de Energia no Brasil .....	27
2.3 A Relação Energia e Meio Ambiente .....	30
2.3.1 Energia hidrelétrica .....	34
2.3.2 Energia termelétrica .....	35
2.3.3 Energia nuclear .....	36
2.3.4 Energia solar fotovoltaica .....	37
2.3.5 Energia da biomassa (ou bioenergia) .....	38
2.3.6 Energia eólica .....	40
2.4 Considerações Gerais sobre Fontes Alternativas .....	41
2.5 A Gestão Energética Municipal .....	41
2.5.1 Os benefícios resultantes da atuação na gestão energética municipal .....	44
2.6 Eficiência Energética: Estratégias e Instrumentos para a Conservação de Energia .....	45
2.7 A Educação Ambiental como Instrumento no Gerenciamento de Energia Elétrica: Ações Educativas .....	51
 <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA .....</b>	 <b>54</b>
3.1 Caracterização Metodológica do Estudo .....	54
3.2 Descrição Detalhada do Estudo .....	55
3.2.1 Pesquisa bibliográfica .....	55
3.2.2 Pesquisa de campo .....	56
3.3 Caracterização do Objeto de Estudo .....	56
3.3.1 Apresentação, localização e croqui das ruas do município de Santa Helena (PR).....	56
 <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	 <b>59</b>
4.1 Implantação do Plano de Uso Racional de Energia Elétrica .....	59
4.1.1 Objetivos do plano de uso racional de energia elétrica .....	59
4.1.2 Etapas do PGEM .....	61
4.1.3 Definição/nomeação do gerente municipal de energia .....	61
4.1.4 Encaminhamentos legais e gerenciais .....	62
4.1.5 Sensibilização, conscientização e capacitação da comunidade .....	62
4.1.6 Diagnóstico e plano de ação .....	64

4.1.7 Implantação das ações .....	64
4.1.8 Monitoramento e ações preventivas/corretivas .....	64
4.1.9 Divulgação de resultados .....	65
4.2 Características Gerais do Programa de Gestão Energética Municipal .....	65
4.3 Implantação do Programa de Gestão Energética Municipal em Santa Helena (PR) .....	66
4.3.1 Ações Implantadas.....	67
4.3.1.1 Prédios públicos .....	67
4.3.1.2 Prédios educacionais .....	68
4.3.1.3 Iluminação pública .....	70
4.3.1.4 Iluminação pública nos distritos .....	71
4.4 Avaliação dos Resultados .....	72
4.4.1 Estimativa de retorno do investimento .....	72
4.4.2 Análise das ações implantadas .....	72
4.4.2.1 Prefeitura municipal .....	73
4.4.2.2 Pedreira municipal .....	75
4.4.2.3 Escola municipal .....	80
4.4.2.4 Iluminação pública .....	82
4.4.3 Análise crítica da implantação do PGEM .....	83
4.4.3.1 A importância da ação nos municípios brasileiros .....	83
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>89</b>
5.1 Conclusões .....	89
5.2 Recomendações para Pesquisas Futuras .....	91
5.3 Considerações Finais .....	92
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do Tema e Definição do Problema de Pesquisa

No final do século XIX, o cenário da Modernidade que se anunciava mundialmente apresentava as mudanças científico-tecnológicas promovidas em decorrência da chamada segunda Revolução Industrial, sendo criadas a partir daí as novas formas e fontes de produção de energia.

Sob esta ótica, no limiar do século XX, o desenvolvimento da indústria de energia elétrica é visto como fruto de investigações científicas neste campo do conhecimento.

Neste último decênio, com a reestruturação do setor elétrico brasileiro, profundas transformações foram impingidas à sociedade, gerando conseqüências como a ausência de garantia de expansão do sistema de energia elétrica para o País; o racionamento de energia; a mudança de matriz energética; a redução da oferta de trabalho, tendo em vista a privatização do setor; entre outros fatores. Diante disso, os Estados e Municípios do País buscam traçar ações estratégicas para que as metas definidas sejam alcançadas.

Como um indicador do grau de desenvolvimento econômico no seu crescimento urbano e industrial, o nível de vida de uma sociedade está relacionado aos tipos de energia que utiliza e de que forma os utiliza. Sem esquecer, entretanto, que a sociedade se modifica na medida em que as fontes de energia se distribuem. A natureza divide, desigualmente, os recursos energéticos mundiais, que são, também, divididos desigualmente na sociedade, isto é, uma grande parte da

população do Planeta tem a sua disposição apenas uma pequena quantidade de energia elétrica e a outra parte restante não tem nenhuma energia.

Hoje, há mais de seis bilhões de seres humanos no Planeta e, diante disso, o ecossistema vem sendo degradado e se encontra em risco, haja vista, um elevado índice de consumo nos países industrializados. O crescimento da população mundial tem provocado a disputa e a degradação dos recursos naturais e, segundo uma previsão constante do Relatório do Banco Mundial, se nada for feito entre 1990 e 2030, a população mundial aumentará em mais de 3,7 bilhões de habitantes e, não é difícil imaginar as complicações decorrentes desse incremento populacional.

A demanda por alimentos dobrará e a produção industrial e o consumo de energia provavelmente triplicarão e sextuplicarão nos países em desenvolvimento, o que tornará a vida no Planeta extremamente complicada. (BANCO MUNDIAL, 1994).

Dessa forma, as sociedades desenvolvidas do futuro, podem ser definidas como aquelas que obterão um nível de vida mais elevado, utilizando os recursos naturais de forma racional, incluindo aí o consumo de energia elétrica.

Conforme avaliação do Programa de Desenvolvimento, a Organização das Nações Unidas aponta que “se as taxas de crescimento se mantiverem, o consumo de energia em 2035 será o dobro do que foi no ano de 1988 e o triplo a ser utilizado em 2055”, tendo em vista, também, a exploração racional das reservas de carvão, gás e petróleo. (ONU, 2000).

Historicamente, a crise energética do País se iniciou nos anos 70, com o fim do petróleo barato e o crescimento econômico sem um planejamento, gerando um elevado aumento ao acesso de energia elétrica de forma comercial, principalmente, nos países em desenvolvimento.

Já, no Brasil existe a tendência de utilização da energia hidrelétrica como fonte geradora de eletricidade, em virtude da disponibilidade de recursos hídricos abundantes no território nacional. Porém, o País necessita encontrar soluções mais adequadas, visando o aproveitamento dos seus recursos naturais para que possa desenvolver uma tecnologia baseada na utilização de fontes renováveis.

Para tanto, a discussão sobre fontes alternativas e renováveis em nível nacional e internacional, faz com que os administradores municipais repensem e

debatam sobre a sustentabilidade de seus municípios, no que se refere à produção e uso de energias alternativas.

Neste sentido, estudiosos sobre a crise da energia elétrica colocam que para enfrentá-la o País precisa repensar e transformar o seu modelo energético, com um programa de sustentabilidade energética, com menor impacto ambiental, mas que venham suprir as necessidades de todas as comunidades. Entretanto, faz-se necessário a conscientização de cada município em preservar suas fontes naturais e aproveitá-las dentro de uma visão de sustentabilidade ambiental.

Com a privatização ocorrida no setor elétrico nacional, este teve o intuito de solucionar a totalidade dos problemas de abastecimento energético do País. Porém, ainda, é possível se deparar com problemas antigos, como por exemplo, uma parcela da população sem energia elétrica. Para sanar essas lacunas no processo de privatização, faz-se necessário procurar alternativas mais limpas, econômicas e que não tornem o País dependente.

Dentre os eventos que se realizam para a discussão dessa problemática, a realização do Seminário Internacional “Fontes de Energia e Eficiência Energética”, em 2002, teve o propósito de afirmar que o Brasil é possuidor de potencial de fontes alternativas. Dessa forma, neste evento foram definidas algumas providências, conforme aponta Vinhaes (2002):

- Revisão da matriz energética brasileira, de forma a privilegiar a utilização de fontes alternativas e renováveis.
- Revisão ou elaboração de legislação, de forma a facilitar e agilizar a implementação de novas centrais energéticas por agentes públicos e privados.
- Criar programas de incentivo e de financiamentos de forma a atrair investidores em pequenas centrais e em fontes de combustíveis renováveis.
- Programas de incentivo, com aportes de recursos e estrutura necessários ao aprofundamento das pesquisas nas áreas de fontes alternativas e energias renováveis.

Para a retomada de uma trajetória com crescimento sustentado, a economia brasileira apresenta perspectivas bastante favoráveis a partir do novo século. Apesar do setor elétrico estar passando por profundas transformações, torna-se premente o aumento da oferta sem, contudo, esquecer as políticas e programas de conservação e de gerenciamento da demanda, o que irá melhorar, inclusive, a confiabilidade e a qualidade dos sistemas distribuídos no Brasil.



Por todos esses aspectos apresentados, é essencial a elaboração de políticas e programas voltados para o uso eficiente de energia elétrica em todas as esferas administrativas, bem como, a criação de instrumentos que possam mensurar e gerenciar os impactos das ações do homem ao meio ambiente, visando à conservação do Planeta. O desperdício de energia elétrica pela ausência de gerenciamento energético provoca impactos e custos desnecessários a qualquer administração.

Dentro deste contexto, o Município de Santa Helena implantou dois Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL). O primeiro, nos prédios públicos, com delimitação de objetivos como a economia de energia elétrica, a iluminação nas dependências administrativas e escolares para a melhora na qualidade de vida dos usuários, conscientizando-os ao uso racional da energia; e, o segundo, nas escolas públicas municipais e estaduais, creches e universidade, com objetivo de diminuir o consumo e aumentar a luminosidade nas salas de aula.

Para tanto, foi elaborado um diagnóstico do consumo de energia elétrica no Município, onde foram definidos os problemas de pesquisa: a instalação de sistemas eficientes de energia elétrica nos prédios públicos (administrativos e escolares) proporcionaria economia na energia pública? Haveria melhora da luminosidade nas escolas, creches e universidade? Contribuiria para a melhora da qualidade de vida dos usuários da administração e das unidades de ensino? Contribuiria no processo de sensibilização/conscientização dos usuários no que se refere ao uso racional da energia elétrica?

Em busca das respostas a essas questões, desenvolveu-se o presente trabalho de pesquisa.

## 1.2 Objetivos da Pesquisa

Os objetivos da presente pesquisa foram divididos em geral e específicos, sendo apresentados a seguir.

### 1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver, implantar e avaliar um Programa de Gerenciamento Energético Municipal, visando benefícios ambientais, econômicos e sociais à população do Município de Santa Helena (PR).

### 1.2.2 Objetivos específicos

Em termos específicos, o estudo tem o intuito de alcançar os seguintes resultados:

- 1) Realizar um diagnóstico do dispêndio de energia elétrica nos órgãos públicos municipais;
- 2) Identificar as principais fontes de desperdício de energia, no âmbito de uma Prefeitura Municipal (prédios públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública);
- 3) Propor a melhoria da qualidade de luminosidade e fornecimento de energia elétrica nos prédios públicos e nas unidades de ensino;
- 4) Propor ações educativas que contribuam com o processo de sensibilização/conscientização do usuário quanto ao uso racional de energia elétrica e à conservação do meio ambiente;
- 5) Propor e implantar, de forma sistematizada, um Programa de Gerenciamento Energético Municipal (PGEM);
- 6) Avaliar o programa proposto.

### 1.3 Justificativa e Relevância da Pesquisa

A economia imposta pelo Governo entre maio de 2001 e fevereiro de 2002 fez com que a sociedade revisse seus valores e hábitos quanto ao uso racional de energia elétrica.

“O PROCEL já proporciona ao País uma economia de energia de 13,5 bilhões de KWh/hora, dispensando investimentos no setor elétrico de cerca de R\$ 11 bilhões de reais”. (VINHAES, 2002). O objetivo principal é reduzir os custos sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços e gerenciar os impactos ambientais inevitáveis.

A eficiência energética é uma inovação que vem sendo desenvolvida no Brasil em seus aspectos tecnológico, organizacional e institucional, com a adoção de sistemas e redes de inovação, organizados pelo Governo Federal através do PROCEL.

Diante da crise de energia que passa a sociedade moderna, a evolução das políticas e programas de eficiência energética obriga o administrador a criar um instrumento de gerenciamento do consumo, com dados mensuráveis que levem à conscientização do usuário quanto à importância de se conservar os recursos naturais e o ambiente em que vive.

Além de depender da disponibilidade de recursos financeiros, a expansão do sistema elétrico está fortemente condicionada às questões de ordem ambiental. É nesse contexto, que se fortalece a idéia de uso racional e eficiente de energia elétrica, com ações que otimizem e reduzam o consumo pelos administradores municipais. Essas posturas devem ser aplicadas em busca do desenvolvimento sustentável e difundidas com o intuito de que os usuários possam ser sensibilizados quanto à conservação do meio ambiente e, nesse processo de conscientização, comecem a usar de forma racional a energia, separando o lixo reciclável e não desperdiçando água.

Samyra Crespo, do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Dr. Eduardo Novaes, do Instituto de Estudos da Religião (ISER), após aplicação de mais uma pesquisa com usuários da população adulta de 16 anos ou mais, residente em áreas

urbanas de todas as regiões do País, constataram que os entrevistados responderam as questões sobre consumo sustentável, isto é, sobre como as questões ambientais e de saúde estão afetando a decisão de compra de produtos e do consumo de bens e serviços, como energia e água, tendo como resultado que 59% “compram lâmpadas poupadoras de energia”; 81% “se sentem mais motivados quando, ao fazer uma compra, encontram nos produtos que procuram um rótulo que informa que o produto foi fabricado de maneira ambientalmente correta”. ([www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa](http://www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa), 2003).

Isso vem comprovar que a população tem interesse em participar das campanhas, quer se informar em como fazer o uso de forma racional, entre outras ações. A relação entre meio ambiente e energia elétrica é intensa, tendo em vista a utilização de recursos naturais e dos impactos ambientais envolvidos ao longo da cadeia de produção, transformação, distribuição, armazenamento e uso final da energia, sendo necessário o despertar dos usuários no que se refere ao uso eficiente de empresas, órgãos públicos e, principalmente, da população que utilizam-na no seu dia-a-dia. Sendo assim, a promoção do uso mais eficiente de energia é de fundamental importância por três razões: economia de investimentos; minimização de impostos ambientais; e, contribuição ao desenvolvimento, aumentando a qualidade e a produtividade. É necessário, então, a implantação de um programa de uso eficiente de energia elétrica pelo município, que servirá de inspiração aos usuários, pois a partir do momento em que a sociedade consumir de forma mais eficiente, as usinas, as linhas de transmissão de energia elétrica e as redes de distribuição, que teriam de ser construídas para atender ao crescimento da demanda, poderão ser evitadas ou adiadas. ([www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa](http://www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa), 2003).

Segundo Antônio Imbassahy<sup>1</sup> (*apud* LIMA, 2001), o prefeito é, hoje, “um agente que influencia a economia e deve ser o primeiro a demonstrar, através da condução do seu governo, eficiência e qualidade na gestão do município e das coisas públicas”. Utilizar a energia com responsabilidade e sem desperdício, constitui um novo parâmetro a ser considerado no exercício da cidadania. Os

---

<sup>1</sup> Prefeito de Salvador e Presidente da Rede Cidades Eficientes.

instrumentos de combate a esse desperdício estão alicerçados na mudança de hábitos e na eficiência energética, ou seja, na sensibilização de cada administrador.

Dentro deste contexto, esse estudo é fruto de experiências do pesquisador frente à Prefeitura do Município de Santa Helena (PR), onde esta gestão tem reconhecimento e premiações em nível nacional, no que se refere ao combate ao desperdício de energia elétrica (órgãos públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública), bem como, a implementação de ações educativas que auxiliam o processo de sensibilização/conscientização da população.

## 1.4 Delimitação do Estudo

Este estudo se concentra em fazer um diagnóstico do consumo de energia elétrica nos prédios públicos, escolas, creches, universidade e na iluminação pública do Município de Santa Helena (objeto de estudo) e, com os dados mensurados, propor um Programa de Gerenciamento Energético Municipal.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo que no Capítulo 1 apresenta-se a Introdução com a apresentação do tema e a definição do problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e relevância da pesquisa, a delimitação do estudo e a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 aborda-se uma revisão de literatura, percorrendo sobre os temas como “desenvolvimento sustentável”, “setor elétrico”, “gestão energética”, e “métodos de gerenciamento energético”, bem como, “educação ambiental”, onde se apresenta os conceitos de teóricos, como base para propor um Programa de Gestão Energética Municipal ao Município de Santa Helena.

No Capítulo 3 definiu-se a metodologia adotada para este estudo.

O Capítulo 4 descreve a proposta de um Programa de Gestão Energética Municipal, detalhando os passos para a elaboração, aplicação e avaliação do mesmo.

Finalizando, o Capítulo 5 traz as conclusões do estudo, as recomendações para pesquisas futuras e as considerações finais.

## **2 GESTÃO ENERGÉTICA**

### **2.1 Desenvolvimento Econômico: A Sustentabilidade na Prática**

A busca de um novo paradigma – desenvolvimento sustentável – capaz não só de contribuir para superar os atuais problemas, mas também de garantir a própria vida, através da proteção e manutenção dos sistemas naturais, implica na necessidade de mudanças nos atuais sistemas de produção, organização da sociedade e utilização de recursos naturais essenciais à saúde humana e de outros seres vivos.

A noção de sustentabilidade está além da simples consideração da questão ambiental. Os níveis de poluição, os altos índices de doenças, as mudanças climáticas e o racionamento de energia, dentre outros fatores, estão levando o Planeta para o lado oposto da sustentabilidade. “Satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

Trata-se de uma preocupação justificada com o processo econômico na sua perspectiva de fenômeno de dimensão irrecorivelmente ecológica, sujeito a condicionamentos ditados pelas leis fixas da natureza, da biosfera. É uma forma de exprimir a noção de desenvolvimento econômico como fenômeno cercado por certas limitações físicas que ao homem não é dado elidir. Isto equivale a dizer que existe uma combinação suportável de recursos para realização do processo econômico, a que pressupõe que os ecossistemas operam dentro de uma amplitude capaz de conciliar as condições econômicas e ambientais. Em outras palavras, não se pode aceitar que a lógica do desenvolvimento da economia entre em conflito com a que governa a evolução da biosfera, tal como tem ocorrido na experiência dos

últimos cinqüenta anos o que induziu o físico Henry Kendall (premio Nobel de física), do MIT, a afirmar que os seres humanos e o mundo natural estão numa rota de colisão. (International Societ for Ecological Economics, 1994).

“A economia da sustentabilidade, assim, implica consideração do requisito de que os conceitos e métodos usados na ciência econômica devem levar em conta as restrições que a dimensão ambiental impõe à sociedade.” (CAVALCANTI, 1995).

Dentre os temas em destaque nas agendas ambientais, hoje, o desenvolvimento sustentável aparece como sendo o marco a ser alcançado, no menor espaço de tempo possível, tornando-se uma preocupação compartilhada por diferentes estudiosos, tais como: Almeida (1997), Sachs (1993) Guimarães (1999); Dourojeanni (1997); dentre outros da mesma relevância, que se dedicam ao estudo do tema e das metas traçadas para uma política ambiental.

Para Dourojeanni (1997), o desenvolvimento sustentável (ou sustentado) vincula-se a um triângulo que relaciona objetivos sociais, econômicos e ambientais. O autor afirma, ainda, que quando o desenvolvimento sustentável se mantém no tempo, se alcança o denominado desenvolvimento sustentado, destacando que ambos os conceitos não se referem a uma meta atingível, nem quantificável em determinado prazo ou momento. “O sucesso da sustentabilidade estaria associado à busca de satisfação das necessidades do homem no presente sem comprometer suas necessidades futuras”.

O desenvolvimento sustentável talvez tenha sido um dos termos mais usados nas décadas de 80 e 90, em diferentes situações, seja no campo econômico, ecológico, jurídico, político ou filosófico, em função, principalmente, da posição de destaque que tem as discussões acerca da degradação ambiental, em especial a dos anos 70. (ALMEIDA, J.A., 1997).

No prefácio da obra de Sachs (1993, p.7), Strong coloca que esse conceito normativo básico emergiu da Conferência de Estocolmo, em 1972, sendo continuamente aprimorado e, nos dias de hoje, “o ser humano possui uma compreensão mais clara das complexas interações entre a humanidade e a biosfera.”

Almeida (1997) aponta um aspecto importante sobre o desenvolvimento sustentável, ou seja, este não pode ser reduzido apenas à questão do meio



ambiente ecológico, mais racionalmente protegido e conservado. Sendo assim, são necessárias mudanças significativas e fundamentais nos valores de cada ser humano (modo de vida, forma de produção, modo de consumo, interações e percepção), fazendo com que a tomada de decisão seja de forma conjunta. É preciso modificar padrões de produção e de consumo através de políticas públicas.

Entretanto, a complexidade dos problemas ambientais exige mais do que medidas pontuais, que busquem resolver os problemas a partir de seus efeitos, ignorando ou desconhecendo suas causas. Dessa forma, pode-se perceber que os ideais do desenvolvimento sustentável, são bem maiores do que as preocupações específicas, como a racionalização do uso de energia ou o desenvolvimento de técnicas substitutivas do uso de bens não-renováveis ou, ainda, o adequado manejo de resíduos. “A atual crise de desenvolvimento, também, marca o advento de uma nova era para as relações entre os homens e entre esses e a natureza.” (GUIMARÃES, 1999, p.3).

O maior desafio será como criar e manter a vontade política necessária para converter o conceito de desenvolvimento sustentável em ações, que vão significar mudanças consideráveis para todos. “Satisfazer as necessidades das gerações atuais e futuras.” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). Assim, é evidente que existe uma relação dinâmica entre sociedade e natureza e, por isso, as inovações tecnológicas e o impacto ambiental devem manter um círculo entre si.

As tecnologias podem permitir a desaceleração controlada do consumo perigosamente rápido dos recursos que são finitos, mas, também, podem criar sérios riscos como novos tipos de poluição e o surgimento de novas variedades de formas de vida, que alterariam os rumos de evolução. Enquanto isso, as indústrias que mais dependem de recursos do meio ambiente – e que mais poluem – multiplicam-se com grande rapidez no mundo em desenvolvimento.

O modo como se dá o crescimento econômico, comprometendo o meio ambiente, seguramente prejudica o próprio crescimento, pois inviabiliza um dos fatores de produção – o capital natural. Logo, um desenvolvimento centrado no crescimento econômico que deixe em planos secundários as questões sociais e ignore os aspectos ambientais não pode ser denominado de desenvolvimento, pois de fato trata-se de mero crescimento econômico. (BELLIA, 1996).

O autor aponta, ainda, que para abordar a importância da dimensão tecnológica para manutenção, elevação ou degradação da qualidade de algum sistema social há necessidade de:

Se definir um grupo de critérios a serem utilizados para determinar se uma tecnologia é apropriada ou não: preocupação com o significado sócio-político das tecnologias, seu tamanho, nível de modernidade e sofisticação e o impacto ambiental por estas tecnologias.

Se a eficiência econômica e a preservação ambiental parecem estar distantes de uma solução conciliadora, é possível encontrar algumas ações parciais em andamento na produção sustentável, como, por exemplo, pesquisa e utilização de formas renováveis de energia. É necessário que se promova a adoção de técnicas que garantam a redução ou eliminação do consumo desenfreado ou da produção não sustentável, na tentativa do estabelecimento de um novo sistema econômico que seja consciente da questão ambiental.

Pode-se considerar, portanto, desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que trata de forma interligada e interdependente a variável econômica, social e ambiental, sendo estável e equilibrado, garantindo uma melhor qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

Porém, estes problemas ambientais não são novos, mas só recentemente sua complexidade começou a ser compreendida. Antes, a preocupação se voltava para os efeitos do desenvolvimento sobre o meio ambiente e, hoje, há uma deterioração ambiental que pode impedir ou reverter o desenvolvimento econômico. Faz-se necessário, então, uma nova abordagem, pela qual todas as regiões cheguem a algum tipo de desenvolvimento que integre a produção com a conservação e ampliação dos recursos e que as vincule ao objetivo de dar a todos uma base adequada de subsistência e um acesso mais eqüitativo aos recursos naturais.

Dentre as Recomendações dos eventos em favor de um desenvolvimento sustentável, a Agenda 21 tem como objetivo viabilizá-lo e preparar o Planeta para o desafio desse século. É um programa de ações que busca compatibilizar o desenvolvimento econômico com justiça social e sustentabilidade ambiental. Porém, a implementação depende muito mais de fatores administrativos do que técnicos, conforme aponta Guimarães (1999):

O desafio de sustentabilidade é eminentemente político. Antes de reduzir a questão ambiental a argumentos técnicos para a tomada de decisão racional, deve-se fazer alianças entre os distintos grupos sociais capazes de impulsionar as transformações necessárias.

É inconcebível dissociar desenvolvimento e sustentabilidade. A população mundial teve mostras de quanto é impraticável a separação desses dois aspectos, durante as quatro últimas décadas. A preocupação com a escassez de recursos naturais, por parte da sociedade, valorizou a proteção desses recursos, dando nova dimensão à questão ambiental.

No que se refere ao consumo energético, os riscos de aquecimento do Planeta e de acidificação do meio ambiente, provavelmente, tornam inviáveis até uma duplicação do consumo de energia com as atuais combinações de fontes primárias. A atual situação energética do País exige profundas mudanças no uso de energia elétrica, seja pelo caminho da eficiência do uso, seja pela formulação de alternativas de baixo consumo energético com base em fontes renováveis, que deverão ser o alicerce da estrutura energética global do século XXI e um processo de certo interesse pelas questões ambientais. Deve-se reconhecer uma falta de informação e conhecimento dos problemas ambientais por parte da população, fazendo-se necessário um processo de sensibilização e conscientização por parte dos administradores e dos usuários finais. Sendo assim, a eficiência energética é um dos pontos-chave para uma melhoria significativa na geração de energia elétrica.

## 2.2 Histórico da Conservação de Energia no Brasil

As atividades ligadas à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e à obtenção de combustíveis são marcos do desenvolvimento econômico. De toda a energia consumida, grande parte (67%) é gerada de fontes não-renováveis (carvão, gás natural e petróleo) e, o restante (37%), vem de fontes renováveis (água dos rios, vento, sol e vegetação). (MARTINS, 1999, p.40). A garantia do suprimento de energia elétrica e da qualidade e confiabilidade de seu

fornecimento são, sem dúvida, uma questão básica para as necessidades do homem de hoje e para o desenvolvimento e a competitividade do País.

[...] a grande descoberta humana que promoveu todo o desenvolvimento tecnológico característico deste século foi a de que a energia contida no fogo do carvão ou da lenha podia ser armazenada na água produzindo diferenças térmicas essenciais ao movimento; de que uma massa de água a uma altitude elevada podia ser transformada em energia elétrica; ou de que a energia molecular contida em compostos complexos como o petróleo, o álcool, o carvão ou mesmo a lenha podia ser convertido em energia mecânica. (BRANCO, 2000).

Nota-se que o uso dos recursos naturais foi até agora predominantemente norteado por um tipo de visão exploratória, baseado na crença de que os recursos são infinitos e muitos, renováveis.

O atual sistema de geração de energia elétrica, até então exclusivamente dependente da geração hidrelétrica, foi estruturado a partir dos anos 50, tendo em vista a estiagem que assolou o País de 1951 a 1956.

Entre 1957 e 1995, a capacidade instalada de geração de energia teve um aumento significativo. Porém, a partir dos anos 80, onde o crescimento do consumo superou a oferta de energia, o setor dominado por empresas federais e estatais, coordenadas pela ELETROBRÁS, passou a enfrentar dificuldades de obtenção de novos recursos. Com isso, começa a ser adiado o investimento na ampliação do parque gerador instalado.

Este problema se agravou nos anos 90. Incluídas no programa de desestatização do governo, a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica deixam de receber qualquer incentivo do Estado e, ao mesmo tempo, a iniciativa privada tarda a injetar dinheiro no setor, fazendo com que o sistema não receba investimentos para a sua atualização.

Apesar do processo de privatização do setor em 1995 e com a criação da ANEEL<sup>2</sup> em 1996, a crise energética, em 2001, obriga a sociedade brasileira a mudar seus hábitos e reduzir o consumo de energia elétrica. Assim, em julho do mesmo ano, teve início o primeiro racionamento em escala nacional. Com uma produção ainda concentrada em hidrelétricas, que são responsáveis por grande

---

<sup>2</sup> É o órgão responsável por regularizar e fiscalizar os aspectos técnicos, econômicos e administrativos.

parte do fornecimento, não foi possível evitar a escassez de água devido à seca, à falta de investimentos e à limitação na transmissão de energia.

Apesar da maioria dos municípios brasileiros (92% do total) possuir serviço regular de eletricidade, parte do extenso território ainda não é coberta pela malha de transmissão. Como estratégias para a re-estruturação da política energética nacional definiu-se por eficiência no uso dos derivados do petróleo e na elaboração de programas na área de energia elétrica, nuclear e usinas hidrelétricas.

Em 1981 o governo lançou o Programa CONSERVE, como estímulo à conservação e substituição do óleo combustível consumido na indústria, por fontes alternativas, como por exemplo, a energia elétrica, o qual perdurou até 1986. Contudo, a demanda do uso de energia aumentou consideravelmente, começando um período de escassez e, ao mesmo tempo, um processo de sensibilização sobre o valor do meio ambiente, em conjunto com a conscientização do uso racional de energia. Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA), o consumo mundial deverá dobrar até 2030.

Diante disso, em 1985, surgiu o Programa de Combate ao Desperdício de Energia (PROCEL), ligado ao Ministério de Minas e Energia (MME) – ELETROBRÁS, tornando-se “um programa pioneiro na área de conservação de energia elétrica, atuando no uso racional de energia – produção e uso final”. (MARTINS, 1999, p.47-60).

Segundo Furlanetto (2001, p.5), o PROCEL no período de 1985 a 1989, “privilegiou a pesquisa de novas tecnologias, a análise de comportamento de mercado consumidor, a padronização e a certificação de equipamentos.”

Ainda, segundo este autor, em 1990, o PROCEL sofreu uma re-estruturação, com a criação do Programa Nacional de Racionalização de Produção e Uso de Energia Elétrica (PROENERGIA), retomando seu objetivo inicial – a contabilização de economia em kWh no uso de eletricidade, ou seja, conservação de energia elétrica: tanto oferta (geração e distribuição), como uso final (eficiência).

Desde sua criação e implantação até a década de 90, o PROCEL implementou seis linhas de ação:

- etiquetas de consumo;

- diagnóstico energético, auto-avaliação e otimização energética;
- pesquisa e desenvolvimento tecnológico;
- iluminação pública;
- programas de informação, educação e promoção; e,
- legislação e regulação.

Segundo Peter Greiner, Secretário de Energia (1994-1999), e responsável por desenhar as bases da reforma do setor elétrico:

A recessão econômica e a hidrologia favorável afastaram uma crise no setor elétrico na primeira metade da década passada. A partir de 1996, já se prenunciava a elevação do nível de risco para os anos subseqüentes. Mas, apesar do esgotamento do modelo de investimento e das recorrentes e desastrosas ingerências políticas, o setor elétrico manteve sua competência técnica. (*apud* CORRÊA, 2001, p.A-8).

Após a situação emergencial pela falta de eletricidade, os resultados tornaram-se significativos. “As metas de conservação de 7%, que eram projetadas para o ano de 2015, foram alcançadas e até superadas em poucos meses (foi obtida uma redução do consumo de cerca de 20%).” (FURLANETTO, 2001).

## 2.3 A Relação Energia e Meio Ambiente

O meio ambiente e as fontes de energia do Planeta estão fortemente relacionados. O constante aumento no uso de recursos naturais, transformados por meio dos processos de produção em bens úteis à satisfação de necessidades humanas, tem sido um desafio no sentido de evitar o desperdício e melhorar a qualidade de vida do ser humano.

As diferenças entre os sistemas econômicos surgem das diferentes formas de aproveitamento dos recursos (como se combinam) e na distribuição dos produtos. Segundo Gonçalves (2002), o investimento no meio ambiente estão agrupados no conceito de indústria ambiental. Estas são ligadas à oferta de bens e serviços ambientais como: controle da poluição do ar; tratamento e fornecimento de

água; tratamento de resíduos líquidos; monitoramento ambiental; controle de resíduos; gerenciamento energético; dentre tantos outros.

O sistema energético compreende as atividades de extração, processamento, distribuição e uso de energia, sendo responsável pelos principais impactos ambientais da sociedade industrial. Seus efeitos nocivos não se restringem ao nível local, onde se realizam as atividades de produção ou de consumo de energia, mas também, possuem efeitos regionais e globais.

A energia hidrelétrica é proveniente do movimento das águas. Sendo produzida por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente num rio, utilizando desníveis naturais, como quedas de água, ou artificiais, produzidos pelo desvio do curso original do rio.

As características físicas e geográficas do Brasil foram determinantes para implantação de um parque gerador de energia elétrica de base predominantemente hídrica. O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos, e altamente dependente da energia hídrica, pois cerca de 95% da energia elétrica brasileira provém de usinas hidrelétricas. A energia de origem hídrica é hoje a segunda maior fonte de eletricidade do mundo.

No Brasil, de acordo com estudos efetuados em 1983, as perdas de energia atingiram 56% do total produzido, sendo 12% na passagem da energia primária à secundária e 44% nos equipamentos de uso final. Já em 1995, após incorporação de mudanças tecnológicas ocorridas no período de 1983/1993 e considerando outros setores, como o de alumínio, açúcar e pelletização, antes não considerados, as perdas decresceram de 56% para 48%, ou seja, o rendimento energético aumentou 8%. Metade desse aumento deve-se à melhoria efetiva no rendimento dos equipamentos, e os 50% restantes, deve-se à redução da participação de usos menos eficientes (lenha, carvão mineral etc.) e pelo aumento da participação de energéticos de usos mais eficientes (GLP, gás natural, gás de cidade, energia elétrica etc.).

Este nível ainda elevado de perdas tem duas origens principais. Em primeiro lugar, desperdiça-se grande quantidade de energia em decorrência de planejamento e, em segundo, o funcionamento ineficiente dos processos e dos

equipamentos usados para converter a energia nos bens e serviços necessários à sociedade.

O consumo de energia elétrica no Brasil obteve um aumento de 49% em apenas dez anos. Em 1990 foi de 205 bilhões de kWh e em 2000 de 306 bilhões de kWh.

O desenvolvimento do terceiro mundo e a proteção do meio ambiente são os dois maiores problemas globais que devem ser enfrentados pela humanidade nas próximas décadas. Estes dois problemas estão rigorosamente interligados. A energia, motor do crescimento econômico e principal causa da degradação do meio ambiente é a conexão. A produção de energia tem grande influência sobre o meio ambiente por dois fatores: desmatamento (alto consumo de lenha nos países em desenvolvimento); e, emissão de poluentes, produtos da combustão de combustíveis fósseis (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, particulados, etc.). (MACHADO, 1998.).

Utilizar a energia com responsabilidade, sem desperdício, constitui um novo parâmetro a ser considerado no exercício da cidadania. Os instrumentos de combate ao desperdício de energia estão alicerçados na mudança de hábitos e na eficiência energética. Segundo os estudiosos que debatem a educação ambiental, existe uma necessidade de mudança de comportamento da sociedade no sentido de eliminar o desperdício.

Todas as etapas da indústria energética, até a utilização de combustíveis, provocam algum impacto ao meio ambiente e à saúde humana. A extração de recursos energéticos (petróleo, carvão, biomassa ou hidroeletricidade) tem implicações em mudanças no clima (temperatura), nos padrões de uso do solo, recursos hídricos, alteração da cobertura vegetal e na composição atmosférica. (JANUZZI e SWISHER, 1997).

A energia se tornou forte limitante para o progresso econômico de países em desenvolvimento. Por isso, necessita de uma política de abastecimento de energia para o gerenciamento de uma infra-estrutura básica para a instalação de indústrias e moradias, em busca de uma matriz energética equilibrada em termos ambientais. As atividades relacionadas com a produção e o uso de energia liberam para a atmosfera, a água e o solo, diversas substâncias que comprometem a saúde e sobrevivência do homem, da fauna e da flora.



Diante disso, desde a década de 80, os projetos de geração de energia elétrica têm a obrigatoriedade de apresentar licenças e estudos de impactos ambientais, com o intuito de minimizar os danos ambientais decorrentes.

Por infra-estrutura pode-se entender como o conjunto de estruturas construídas pelo homem que visam uma alteração do meio ambiente, de forma a proporcionar o desenvolvimento das atividades humanas. Segundo o Relatório do Banco Mundial (1994) há diversos componentes que podem ser considerados no escopo de um planejamento, com vistas ao desenvolvimento de determinada região, mas identificam-se como sendo os mais representativos a energia elétrica, as telecomunicações, o transporte, a água, o saneamento básico e o tratamento do lixo, que são responsáveis por mais de 90% dos investimentos feitos no setor pelos países em desenvolvimento.

No contexto da infra-estrutura, energia elétrica é a que apresenta a maior gama de impactos ao meio ambiente. Se forem consideradas as diferentes formas de geração é possível verificar-se a diversidade dos fatores de degradação. Contudo, atualmente, o impacto global e local tem sido cada vez mais identificado como uma restrição potencial ao desenvolvimento.

Um dos fatores que colaborou para esse momento é o crescimento populacional e o aumento na expectativa de vida. Deste modo, faz-se necessário um significativo aumento no consumo de energia elétrica. A introdução de fontes alternativas renováveis e a priorização de programas de gestão energética é um dos caminhos para o gerenciamento dos impactos ambientais.

Cada vez mais a valoração dos impactos ambientais será considerada e o suprimento da energia terá seus custos acrescidos. Atitudes responsáveis e éticas dos empresários, dos governos e da população vêm em auxílio do processo de sensibilização/conscientização no que se refere à conservação do meio ambiente, no modo de ver a natureza como oportunidade e não como custo, bem como, a visão de uma economia que possui elevados desperdícios de recursos naturais e que a mudança nos valores e posturas determinaria um importante diferencial competitivo. Estes fatores não são somente princípios de gestão ambiental, mas sim, condições de sobrevivência do meio ambiente e da saúde humana. (ANDREOLLI, 2002). Assim, há que se buscar uma integração sustentável da infra-estrutura com o meio ambiente, evitando-se ao máximo a degradação ambiental.

A disponibilidade de infra-estrutura é uma das condições básicas para a redução da pobreza e a promoção do desenvolvimento econômico.

Na organização mundial atual, a energia pode ser considerada como um bem básico para a integração do ser humano ao desenvolvimento. Isso porque, a energia proporciona oportunidades e maior variedade de alternativas, tanto para a comunidade, como para o ser humano. Sem uma fonte de energia de custo aceitável e de credibilidade garantida, a economia de uma região não pode se desenvolver plenamente. Também o indivíduo e a comunidade podem ter acesso adequado a diversos serviços essenciais ao aumento da qualidade de vida, como a educação, saneamento e saúde. (REIS, 1998).

Assim, a energia elétrica assume um papel estrutural e estratégico no contexto da infra-estrutura com vistas ao desenvolvimento sustentável. Dentre as opções tecnológicas de produção de eletricidade estão: hidrelétrica, termelétrica (incluindo a nuclear), efeito estufa (temperatura), poluição atmosférica e as fontes alternativas, as quais serão sintetizadas nos itens a seguir.

### 2.3.1 Energia hidrelétrica

A produção desta forma de energia, que superava o consumo total entre 1984 e 1999, passou a ser inferior ao consumo no ano de 2000. Com o crescimento do consumo, contudo, a energia termelétrica passou a representar uma fonte imprescindível para a satisfação.

Ainda que, atualmente, a maior parte da energia elétrica provenha de usinas hidrelétricas, há uma estimativa de que em 2020 será reduzida sua participação seletiva na produção total, haja vista a falta de grandes volumes de água, terrenos em desnível e a monta financeira envolvida na construção de usinas e redes de transmissão, são os principais motivos dessa retração, bem como, a construção de uma hidrelétrica requer a inundação de grandes áreas e o deslocamento de populações.

A construção de reservatórios, grandes ou pequenos, trouxe muitos benefícios para o País, mas também, impactos irreversíveis ao meio ambiente. Os reservatórios maiores apresentam inúmeros problemas como, por exemplo, as mudanças na temperatura. Independente do controle é inevitável o impacto

ambiental na manutenção da diversidade de espécies da fauna e da flora, bem como, influências sobre a densidade de populações de peixes, mudando ciclos de reprodução. (FURTADO, 1995; MOREIRA, 1991).

Embora esses impactos sejam amplamente conhecidos o Plano 2015 ainda privilegia esta opção de geração. (PIQUEIRA, 2001). Por estas razões a análise dos custos ambientais se reveste de significativa importância e devem ser cuidadosamente avaliados de modo a refletirem os custos sociais e ambientais impostos à sociedade.

O Brasil apresenta uma gama de experiências com resultado negativo na implantação de usinas hidrelétricas como, por exemplo, a de Balbina, na região amazônica, que por escolha inadequada da área, provocou a inundação de parte da floresta nativa, ocasionando alterações na composição e acidez da água, provocando impacto no desempenho da própria usina. Até recentemente as turbinas apresentavam problemas de corrosão e depósito de material orgânico, devidos a alterações que ocorreram na composição da água.

Diante disso, de forma a compensar, em parte, a perda da biodiversidade na instalação de empreendimentos hidrelétricos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), determina que os empreendedores devem alocar 0,5% do valor da obra na aquisição de áreas para estação ecológica ou unidades de conservação. Este princípio é estendido, também à construção de estradas e implantação de linhas de transmissão. (NOGUEIRA NETO, 2002).

### 2.3.2 Energia termelétrica

A produção de eletricidade em termelétricas representa, em escala mundial, cerca de um terço das emissões antropogênicas de dióxido de carbono, que é responsável (90%) pelo aquecimento global do Planeta – efeito estufa. Os principais combustíveis utilizados mundialmente são o carvão, derivados de petróleo e, de forma crescente, o gás natural. Existem ainda outros tipos de usinas termelétricas que queimam resíduos de biomassa (lenha, bagaço) e até mesmo lixo urbano.

Além das emissões de gases e partículas, existem outros problemas associados com utilização de água para o processo de geração termelétrica, pois as usinas usam grande quantidade de água para refrigeração ou para produção de vapor. Esse tem sido um dos principais obstáculos para a implantação de termelétricas no País, pois diversos projetos se localizam ao longo do principal gasoduto construído, que segue exatamente as bacias hidrográficas com problemas de abastecimento e de qualidade de água em regiões densamente povoadas. (PIQUEIRA, 2001).

O autor coloca, ainda, que os impactos ambientais causados pelas usinas térmicas, que contribuem com os fenômenos de aquecimento global e chuvas ácidas, têm preocupado a comunidade científica e a opinião da população, no que se refere às conseqüências para a vida do Planeta. Entretanto, com as propostas de plantações de florestas, para seqüestro de carbono, há uma tentativa de se minimizar os impactos, sem, contudo, evitá-los, pois não há equipamento econômico e prático para tal fim e, por conta disso, altera as condições climáticas mundiais, causando impactos profundos em ecossistemas, agricultura, recursos hidráulicos, provocando graves conseqüências sócio-econômicas e ambientais.

Houve um progresso significativo com relação ao aumento da eficiência de usinas termoelétricas através da introdução de tecnologias de co-geração e turbinas a gás. As possibilidades de gaseificação de carvão, madeira e bagaço oferecem novas oportunidades para usinas mais eficientes e com menores impactos ambientais que as convencionais.

### 2.3.3 Energia nuclear

A energia nuclear é um dos recursos razoavelmente limpo, que deveria contribuir para evitar a degradação do meio ambiente, apresentando algumas vantagens quando comparadas com outros recursos, como por exemplo, em 1990, forneceu 17% da energia elétrica em nível mundial. (FURTADO, 1995). Entretanto, segundo o autor, é talvez aquela que mais tem chamado atenção quanto aos seus impactos ambientais, sendo os principais: a manipulação do material no processo de

produção; a possibilidade de desvio clandestino do material; e, o armazenamento dos rejeitos radioativos, bem como, os malefícios à saúde humana.

Porém, há um substancial progresso no desenvolvimento de tecnologias que diminuam os riscos de contaminação radioativa por acidente com reatores nucleares, aumentando, consideravelmente, o nível de segurança desse tipo de usina, mas ainda não se têm soluções satisfatórias e aceitáveis para o problema do lixo atômico. Como principal vantagem, segundo Furtado (1995), este tipo de energia não emite gases e ácidos poluentes, sendo uma fonte de combustível menos escassa do que o óleo e o gás. Como principal desvantagem são reforçados os argumentos relativos ao risco de acidentes e à destinação segura dos resíduos.

#### 2.3.4 Energia solar fotovoltaica

O sol é uma importante fonte de energia não poluente e renovável. A energia do sol pode ser convertida em eletricidade, dentro de células fotovoltaicas (solares). A energia solar pode ser captada na forma de calor por coletores solares, que a armazenam pelo aquecimento de fluídos (líquido ou gasoso). É fruto da conversão direta em eletricidade, é a que tem apresentado o impulso mais notável nos últimos anos.

O surgimento de uma diferença de potencial elétrico nas faces opostas de uma junção semicondutora quando da absorção da luz, efeito fotovoltaico, constitui o princípio básico de funcionamento de uma célula fotovoltaica.

Sistemas de geração de energia fotovoltaica têm sido propostos e utilizados em duas formas possíveis: a primeira, como sistemas de co-geração, em localidades remotas, que não contam com o fornecimento de energia elétrica através do sistema convencional ou em locais de difícil acesso à rede de energia, os sistemas fotovoltaicos isolados podem ser utilizados. Nesta situação, a energia gerada pelos painéis deve ser parcialmente armazenada em bancos de baterias; e a segunda, como uma fonte local de eletricidade conectada em paralelo com a rede elétrica, num esquema de co-geração. Neste tipo de esquema, o consumidor utiliza primariamente a energia gerada localmente pelos painéis fotovoltaicos. Qualquer

diferença entre o consumo e a geração local é fornecida ou consumida pela rede de energia dispensando o uso de baterias.

O sistema de co-geração fotovoltaica apresenta vantagens específicas tanto para o consumidor, como para o próprio sistema de energia elétrica, além dos ganhos ambientais associados à fonte de energia renováveis. Do ponto de vista do consumidor, a vantagem é a redução direta do custo da conta de energia elétrica, e do ponto de vista do sistema de energia, as principais vantagens são a liberação de capacidade de geração e transmissão de energia, o nivelamento da curva de carga, a redução de custos e a descentralização da geração.

### 2.3.5 Energia da biomassa (ou bioenergia)

Grande parte da população usa algum tipo de energia de substâncias orgânicas para as suas atividades domiciliares (cozinhar, aquecer e iluminar), sendo esta a bioenergia.

Biomassa é a quantidade de material orgânico na terra, particularmente resíduos de plantas, que no campo da energia é usada para descrever todas as formas de plantas e derivados que podem ser convertidos em energia utilizável, como madeira, resíduos urbanos e florestais, grãos, talos, óleos vegetais e esterco. A energia gerada pela biomassa é também conhecida como “energia verde” ou “bioenergia”.

Uma das formas de utilização da biomassa é através da queima direta para produzir energia térmica e eletricidade. É uma fonte primária de energia que está em desenvolvimento e provê 14% da energia total do mundo. Seu uso oferece vantagens tanto para os países desenvolvidos quanto para os países em desenvolvimento. Por exemplo, a energia que provém da biomassa, pode substituir aquela gerada por hidrelétricas, e assim reduzir as inundações preservando a flora, o habitat para a vida selvagem, agindo como uma barreira à degradação do planeta. Além disso, pode evitar a locomoção da população das terras que serão alagadas para outras, com os vários “impactos sociais” conhecidos.

A utilização de biomassa provoca um incremento na economia da região e do país, proporcionando a geração de empregos, não só pela dinamização do setor de equipamentos, como na área rural (fixando e/ou aumentando o número de empregos no campo), evitando a migração para as cidades, além de aumentar o recolhimento de impostos.

Além disso, um programa integrado de desenvolvimento rural baseado num gerenciamento efetivo de biomassa, pode colaborar para desenvolver produtos novos e mais competitivos, aumentar a produtividade das terras e a rentabilidade da agricultura tradicional, bem como diminuir as importações de petróleo, contribuindo para o equilíbrio da balança comercial do País.

Como acontece com qualquer tipo de combustível, deve ser adequadamente administrado, de forma sustentável, evitando a depleção do recurso natural.

Dessa forma, pode-se constatar que existem avanços importantes como o aparecimento de tecnologia de células combustível que são capazes de gerar eletricidade a partir de elementos como hidrogênio e oxigênio, ou gasolina, etanol, gás natural, e outros. É um tipo de tecnologia que pode ter impactos bastante reduzidos quando comparada com as opções existentes de geração de eletricidade, mas ainda existem limitantes técnicos e econômicos para maior disseminação. O futuro parece promissor para as células combustíveis e alguns modelos de pequeno porte já aparecem comercialmente nos EUA e Japão.

Contudo, apesar das fontes alternativas, o avanço em escala comercial de tecnologias avançadas que reduzam a utilização de energia e emissões ainda é muito tímida, especialmente no Brasil. Para que seja possível conceber um futuro mais sustentável do ponto de vista energético é necessário maior participação de fontes renováveis e maior eficiência para produção e uso de energia. É fundamental maior compromisso e esforço por parte do setor público e privado, seja em nível local ou internacional.

A questão ambiental para o poder público municipal deve ser incorporada junto à gestão energética municipal e tratada num futuro com uso de indicadores de eco-eficiência, ou seja, percentual de redução de perdas com recursos energéticos (ou aproveitamento energético), redução de emissões, reciclagem de resíduos, aumento de eficiência energética, indicadores sociais (pessoas educadas, horas de

treinamentos, receptoras indiretas de melhoria na qualidade de vida, etc), e outros aplicados especificamente a cada região.

Diante disso, os desafios para se continuar a expandir as necessidades energéticas da população, com menores efeitos ambientais, traduzem que é praticamente impossível eliminar os impactos ambientais de sistemas energéticos. Apesar das alternativas apontadas no momento da escolha, este não se reduz a uma simples escolha entre tecnologias, para o atendimento da crescente demanda de energia, como por exemplo, as atividades econômicas, os estilos de vida, o desperdício nos órgãos públicos, nas residências, dentre tantos outros. Sendo assim, pode-se perceber que um dos caminhos passa pelo processo de sensibilização e conscientização do ser humano, com ações educativas, possibilitando, também, uma busca por tecnologias mais limpas e eficientes, com fontes renováveis e descentralizadas.

### 2.3.6 Energia eólica

Como uma das principais fontes alternativas de energia, a eólica provém de diferentes níveis de radiação solar e, logo, o aquecimento sobre regiões distintas do Planeta provoca o deslocamento de camadas que são os ventos. Tem se destacado pelo reduzido impacto sobre o meio ambiente e comunidades vizinhas. A operação dos sistemas de energia eólica é muito dependente da aplicação pretendida para energia elétrica gerada.

Como não se possui intrinsecamente um meio de armazenar a energia cinética dos ventos, os sistemas eólicos agregam formas de estocagem da energia em sua forma de eletricidade, utilizando baterias de acumuladores (em sistemas de pequeno e médio porte) ou interligando-se com o sistema de energia elétrica convencional (em sistemas de grande porte).



## 2.4 Considerações Gerais sobre Fontes Alternativas

As energias alternativas são aquelas surgidas como soluções para diminuir o impacto ambiental e para contornar o uso de matéria-prima que, normalmente, é não-renovável, como por exemplo, o carvão e o petróleo. As fontes alternativas não estão isentas de impactos ambientais.

As chamadas fontes alternativas, como solar, eólica e biomassa, não estão totalmente isentas de impactos ambientais, embora possam ser relativamente menores. A utilização em larga escala de painéis fotovoltaicos ou biomassa implica em alteração no uso do solo. A fabricação de componentes dessas tecnologias também produzem efeitos ambientais, como é o caso da extração do silício para painéis fotovoltaicos. Muitos desses sistemas dependem de baterias químicas para armazenagem da eletricidade, que ainda apresentam sérios problemas de contaminação por chumbo e outros metais tóxicos para o meio ambiente.

## 2.5 A Gestão Energética Municipal

A Gestão Energética Municipal (GEM) pode ser definida como um conjunto de princípios, normas e funções que tem a finalidade de balizar o uso da energia elétrica nos centros consumidores municipais, na iluminação pública, nos prédios municipais e no saneamento, entre outros, e controlar seu desempenho e eficiência, visando atender às metas previamente definidas pela Prefeitura e órgãos competentes da administração municipal.

Os projetos específicos de eficiência energética relativa à iluminação pública, prédios públicos e saneamento são, de alguma forma, já conhecidos. O desafio, na atualidade, é dar um caráter integrado a estas ações com a inclusão de outras relativas à gestão e manutenção.

A GEM cria oportunidades, reduz custos de transação e garante a manutenção e a continuidade das ações, isto é, os trabalhos relativos à gestão

energética municipal propiciam sustentabilidade aos diversos projetos de eficiência energética empreendidos pelos municípios.

A política de descentralização na gestão energética foi implantada pela maioria dos países da América Latina, que reforçaram o papel dos municípios como agentes de desenvolvimento social, através da ampliação de suas atuações tradicionais, absorvendo funções anteriormente assumidas por outras esferas de governo. O processo de repartição de competência, sempre foi questão central da organização federativa, a ponto de ser indispensável sua definição na constituição.

No Brasil, com a promulgação da Constituição de 1988, o papel dos municípios no contexto nacional foi fortalecido. Estes emergiram como esfera de poder e passaram a assumir atribuições e responsabilidades até então de competência exclusiva do governo estadual e federal. Esta descentralização, política, institucional e fiscal aumentou a participação dos municípios no atendimento dos serviços públicos entre outras prerrogativas de autogoverno.

Art. 30 - Cabe ao município legislar sobre assunto de interesse local; suplementar a legislação federal e estadual no que lhe couber, instituir e arrecadar tributos de sua competência, bem como aplicar suas rendas; criar, organizar e suprimir distritos, observada a legislação estadual; organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local. (CF, 1988).

Dessa forma, o governo federal ao longo dos últimos anos vem convergindo suas funções para a coordenação e regulação das atividades, ficando a cargo do governo estadual e municipal, a responsabilidade pela execução dos serviços de interesse local e regional. Porém, a transferência de serviços públicos para os municípios requer novas modalidades de associações, que viabilizem a implantação e a manutenção destes serviços, tais como a privatização ou as parcerias entre Estado e empresas.

No contexto da descentralização, o setor elétrico passa, a partir do início desta década, por inúmeras mudanças, as quais envolvem a introdução da concorrência e da privatização, a revisão do papel dos órgãos reguladores, as alterações na estrutura tarifária e a re-adequação das empresas setoriais, em nível estadual e federal.

Neste novo cenário, onde, por um lado, as empresas de energia serão privatizadas ou continuarão públicas, porém, com uma atuação de caráter mais empresarial e, por outro lado, os municípios passarão a atuar com maior autonomia, assumindo novas funções, as relações entre os três níveis de governo, bem como, entre empresas privadas ou públicas e governo se alteram, substancialmente.

A atuação dos municípios brasileiros, em termos de planejamento estratégico, se restringia a meros consumidores de energia, em decorrência da falta de experiência e, principalmente, no desconhecimento do potencial de economia representado pela eficiência na gestão energética. Apesar dos municípios não serem responsáveis pela geração e distribuição, “esses têm possibilidades de atuação na administração própria da energia elétrica [...]” (COSTA, 1998).

A relação entre municípios, empresas e energia passa a ser comercial. Neste caso, a gestão e o controle do consumo e gastos de energia por parte dos municípios, tornam-se fundamentais e contribuem para a conquista de uma maior autonomia municipal em relação à gestão de seus recursos.

Outro ponto significativo está relacionado à preservação ambiental do município. As ações relacionadas a GEM são essenciais para a preservação do meio ambiente num duplo sentido. Por um lado, ações dessa natureza reduzem o consumo de energia elétrica gerando, em consequência, uma redução dos impactos ambientais advindos da oferta de energia e, por outro, contribui para a sensibilização da população residente nos municípios (cerca de 80%), para o uso racional dos recursos naturais e para o princípio do desenvolvimento sustentável.

O direcionamento do foco da administração pública para a GEM confere maior autonomia ao Município na administração e no consumo de energia elétrica, proporcionando, assim, condições para que decida sobre as opções de desenvolvimento que irá planejar.

Os principais objetivos da GEM constantes no Guia Técnico do Gerenciamento Energético Municipal são:

- conhecer o consumo energético;
- promover, otimizar e coordenar as operações de gestão da energia;
- reduzir o consumo da energia e, conseqüentemente, a conta municipal de energia;
- aumentar a vida útil das instalações e dos equipamentos através de ações adequadas de gestão e de manutenção.

- promover o uso eficiente da energia que pode ter um efeito multiplicador;
- capacitar o município para negociar com as concessionárias de energia, garantindo, assim, a autonomia municipal na gestão de seus recursos;
- introduzir sistemas e equipamentos mais eficientes que contribuam para uma melhora da qualidade ambiental do município.

### 2.5.1 Os benefícios resultantes da atuação na gestão energética municipal

A redução no consumo e na conta de energia elétrica apresentam-se como benefícios diretos resultantes da gestão. Esta redução pode ser apresentada de formas distintas, conforme consta do Guia Técnico de Gestão Energética Municipal ELETROBRAS/PROCEL.

- a) economia da energia: a implementação de projetos de eficiência energética nos serviços municipais – iluminação pública, consumo nos prédios públicos e saneamento – geram efetiva economia de consumo de energia.
- b) economia de recursos dispendidos pela prefeitura: além da redução nas contas e energia dos municípios advinda da implementação de projetos de eficiência energética, outras ações, tais como a otimização dos contratos de fornecimento de energia entre as prefeituras e as empresas concessionárias, podem gerar economia de recursos para as Prefeituras sem, contudo, economizar energia consumida. (grifo nosso).

Outro benefício visível está ligado à conservação do meio ambiente. O processo de efficientização dos sistemas elétricos do serviço de iluminação pública, prédios públicos e saneamento irá difundir e consolidar o princípio da eficiência energética num contexto mais amplo de combate ao desperdício, do uso racional dos recursos naturais, da preservação dos recursos para as gerações futuras e do desenvolvimento sustentável.

Com relação aos benefícios políticos, as prefeituras certamente se beneficiarão com os dividendos políticos resultantes da implantação de projetos de eficiência energética, tendo em vista a significativa sensibilidade desenvolvida pela sociedade brasileira para a questão ambiental.

As ações voltadas ao planejamento têm como meta do projeto o diagnóstico e avaliação da situação atual em relação à gestão energética e à elaboração de instrumento de gestão, “constituído de manuais de referência e modelos de atos normativos” (COSTA, 1998), como elaboração de códigos de obras e edificações; confecção de material didático para capacitação e formação municipal

em sistemas eficientes de iluminação pública; efficientização dos sistemas de saneamento e dos prédios públicos; e, palestras e cursos sobre eficiência na geração e distribuição de energia elétrica.

A gestão eficiente do consumo de energia elétrica dos órgãos públicos municipais, escolas, creches e na iluminação pública, bem como, o aproveitamento do lixo urbano para geração de eletricidade (a compostagem da matéria orgânica: produção de gás do lixo – GDL - e a incineração da parte seca), proporcionaria, certamente, mais qualidade de vida para a cidade e, para os moradores, uma melhora na qualidade dos serviços prestados pelo município, com possibilidades da liberação de recursos para investimentos em áreas consideradas como prioritárias pelos mesmos.

A atuação na GEM reforçará as competências, possibilitando condições de defender melhor os interesses do município junto aos fornecedores e prestadores de serviços. A efficientização dos sistemas de energia posterga investimentos de recursos públicos ou privados na geração, transmissão e distribuição de energia acarretando numa redução do desperdício - o que beneficia o setor elétrico - contribuem para a redução de investimentos por parte do setor elétrico para garantir o suprimento de energia no horário de maior consumo, (conhecido como “horário de pico”).

## 2.6 Eficiência Energética: Estratégias e Instrumentos para a Conservação de Energia

Os programas de conservação de energia em prédios públicos, escolas, creches e na iluminação pública, tem adotado o procedimento de buscar alternativas para a redução do consumo de energia elétrica. Para tanto, inicialmente, faz-se necessário um diagnóstico energético localizando e dimensionando as perdas.

A eficiência energética de um processo pode ser medida em termos de Primeira ou Segunda Lei da Termodinâmica, segundo Machado (1998). De acordo com a Primeira Lei, a energia total num sistema isolado é constante. A eficiência é a

razão entre a energia que sai do processo e a energia que entra nele; e, a Segunda Lei, a entropia de um sistema isolado tende a um máximo. A eficiência pode ser definida como a razão entre a energia mínima, teoricamente necessária para a realização de um processo e a energia efetivamente usada no processo.

Sendo assim, o processo de transformação tem a energia como principal insumo e seu produto, também, é medido em termos de energia. Em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa. Em um determinado processo pode-se ter a energia como insumo e seu produto por dólares ou toneladas.

Já, o inverso da eficiência energética é a intensidade energética de um produto ou processo. Esta eficiência pode ser expressa como a quantidade de energia por unidade de um produto, sendo os indicadores mais utilizados “kWh/US\$” e “kWh/ton”.

Países como os Estados Unidos, Japão, Canadá, Reino Unido, França, Coreia do Sul, México e Brasil, utilizam, principalmente, os indicadores de intensidade energética para medir a eficiência – conservação de energia.

Dessa forma, eficiência energética é o conjunto de práticas e políticas que reduzem os custos com energia e/ou aumentam a quantidade de energia oferecida, sem alteração da geração. As práticas e políticas usualmente adotadas podem ser assim sintetizadas:

- Planejamento Integrado dos Recursos: são práticas que subsidiam os planejadores e reguladores de energia e avaliam os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração) e demanda (consumidor final), de forma que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental.
- Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição: são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em toda a eletricidade que é gerada e entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui a co-geração e turbinas de queima de gás natural, além de outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes.

- Gerenciamento pelo Lado da Demanda: são práticas e políticas adotadas pelos planejadores de energia, que encorajam os consumidores a usar a energia de uma forma mais eficiente, além de permitir a administração da curva de carga das concessionárias.
- Eficiência no Uso Final: são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

A mais convincente vantagem da eficiência energética é a de que ela é sempre mais barata que a produção de energia. O investimento em tecnologia eficiente para algumas formas de uso final requererá, também, maiores gastos de capital, bem como, os sistemas e equipamentos eficientes são, geralmente, mais caros que as tecnologias que substituem.

Entretanto, o custo de conservar 1 kWh é, de modo geral, mais barato que sua produção. Além disso, em muitas aplicações, o custo da eficiência energética corresponde a apenas uma pequena parcela dos custos da produção de energia. Tradicionalmente, esses custos são contabilizados por agentes diferentes, sendo ora debitados ao consumidor, à companhia de energia elétrica ou ao próprio governo.

Investimentos em eficiência energética tendem a ser incrementais e modulares e com pequeno prazo de retorno, possibilitando a implementação de medidas que representem economia de energia e de recursos em período inferior ao de construção da usina. Entretanto, uma barreira à implantação de medidas de eficiência energética é a dificuldade de acesso aos financiamentos, em relação aos empreendimentos de energia convencional. Tal constatação é reforçada pelo fato de que as ações de eficiência energética podem ser feitas no lado da oferta de energia, como também, no lado de seu uso final.

A maioria dos agentes, usuários de eletricidade, nem sempre tem capacidade financeira para arcar com o investimento necessário e nem conseguem

atender aos requisitos requeridos para obtenção de financiamentos bancários, como a garantia fiduciária, por exemplo.

Essas características sugerem a necessidade da existência de políticas do governo que, segundo o Guia Técnico do Gerenciamento Energético Municipal, sejam capazes de:

- regulamentar o mercado de eficiência energética;
- induzir o desenvolvimento tecnológico;
- efetuar demonstrações da tecnologia de eficiência energética e suas aplicações;
- induzir a transformação do mercado de produtos eletro-eletrônicos;
- adotar padrões de eficiência energética para produtos eletro-eletrônicos e instalações elétricas em construções civis e unidades fabris;
- estimular a implantação de programas de gerenciamento pelo lado da demanda;
- formar uma cultura nacional de eficiência energética;
- implementar programas educativos de eficiência energética;
- divulgar os resultados obtidos com ações de eficiência energética.

A implantação de um programa de eficiência energética seja para qualquer tipo de sistema (residencial, comercial, industrial, poder público), deve buscar a otimização do uso de uma fonte de recurso energético.

Comparando a situação atual da utilização de um sistema com sua condição ideal, é possível se estabelecer metas para otimizar conscientemente o sistema desejado, ou seja, com o melhor entendimento do sistema desejado, obtém-se a solução inteligente desejada. A eficiência energética deve abordar não somente a energia elétrica, mas também a energia térmica (calor e/ou frio), pois o objetivo final é obter um produto (efeito útil) com o desperdício mínimo de recursos. A matriz energética deve ser analisada à vista da necessidade de um efeito útil, levando-se



em consideração na avaliação e na seleção das alternativas tecnológicas, uma ampla faixa dos componentes de custos, incluindo os ambientais e sociais.

A máxima eficiência energética não deve ser individual, deve sim ser enquadrada numa visão integrada para a redução de impactos econômicos, ambientais e sociais. Em algumas situações, certas medidas podem não ser economicamente viáveis isoladamente, porém, serão viáveis ambientalmente ou socialmente; quando tratadas com uma visão integralizada.

Estudos recentes efetuam a análise termo-econômica de sistema, onde através da teoria de custo energético são valorados todos os fluxos de energia existentes em um sistema, bem como, é otimizado seu custo. A valoração abrange o custo do recurso energético, recursos naturais, amortização de equipamentos, podendo ainda considerar em sua avaliação, uma quantificação estimada do impacto social provocado ao sistema.

A análise para a otimização de sistemas energéticos pode ser efetuada através dos seguintes métodos, segundo ELETROBRAS/PROCEL:

- minimização da geração de entropia (minimizar desperdícios);
- minimização da destruição de exergia (teorema de Gouy-Stodola), ou seja, maximizar a capacidade de produzir trabalho;
- otimização do custo para obtenção de um produto desejado (efeito útil), ou seja, a otimização termo-econômica.

Segundo Pires (2001), o recurso energético mais utilizado no Brasil é a energia elétrica, respondendo por 39% do consumo final, (sendo que aproximadamente 90% de sua origem é hidrelétrica), derivados de petróleo (35%), biomassa (21%) e gás natural (2%).

Ao longo do século, a tendência mundial foi centralizar a geração de energia, devido ao caráter determinante do fator de escala sobre os custos de geração. Por falta de sistemas de transmissão, a Região Sul do País, detentora de energia em maior quantidade, não conseguiu transmitir para a Região Sudeste, ocasionando com isso, um racionamento de energia elétrica no Brasil em 2001.

Diante disso, faz-se necessário a descentralização da geração de energia, maior utilização de fontes renováveis, autoprodução energética, e de geração distribuída. Neste contexto, o aspecto geográfico é fundamental para definição de estratégias energéticas, a fim de serem determinadas formas de energia que são necessárias, que podem ser utilizadas na região. A eficiência energética se caracteriza como a principal ação para contribuir com o novo cenário mundial, tornando-se uma geração virtual de energia elétrica e postergando investimentos em determinadas regiões. Sendo assim, um programa de eficiência energética pode ser realizado através das seguintes iniciativas, entre outras, conforme recomenda o Guia Técnico do Gerenciamento Energético Municipal:

- Otimização da Compra de Energia Elétrica: análise do sistema tarifário adotado, análise do contrato de fornecimento de energia elétrica (demanda e consumo), avaliação do fator de potência, avaliação de outras fontes de fornecimento de eletricidade (fornecedor alternativo e geração própria).
- Diagnóstico Energético: análise do sistema de transformação de energia, circuitos de distribuição, sistemas de força motriz, iluminação e outros usos finais quantificando a relação custo versus benefícios das oportunidades de medidas de redução de consumo de energia.
- Reavaliação da Compra de Energia Elétrica: com as oportunidades técnicas identificadas, reavaliar a compra de energia elétrica, a fim de se adequar à futura situação imposta pela redução da utilização.
- Análise Econômica: estudo econômico das oportunidades técnicas identificadas a fim de se definir as medidas economicamente viáveis.
- Implantação do Projeto de Eficiência Energética: cronograma físico e financeiro, execução, reavaliação do projeto de eficiência, treinamentos de profissionais, peças de reposição, equipamentos, ferramentas e sistema de controle.

Essas e outras medidas de cunho essencialmente administrativo encontram-se ao alcance de todos os gestores públicos. Mas a sensibilização e a

conscientização desses gestores em um momento inicial e da comunidade logo em seguida é que tornam viáveis tais programas.

## 2.7 A Educação Ambiental como Instrumento no Gerenciamento de Energia Elétrica: Ações Educativas

O processo de conscientização é uma condição fundamental para as mudanças de comportamento do homem.

Hoje, a degradação ambiental provoca, no homem, a forma de pensar e agir ambientalmente correta. A educação é o meio mais eficaz de realizar as mudanças de atitudes, pois leva o ser humano a se modificar através do conhecimento e não pela obrigação obtusa de seguir determinações ou legislações reguladoras. Somente a partir da sensibilização do porquê isto ou aquilo acontece é que o ser humano desperta para observar, repensar e analisar os seus atos, se corretos ou não (conscientizar-se) e agir corretamente se assim achar necessário (capacitar-se).

Para que este processo seja eficaz como um todo, faz-se necessário um aprofundamento sobre o que significa os termos “preservacionismo”, “ambientalismo” e “conservadorismo”. Nas palavras de Leis (1998):

- Preservacionismo: é o cultivo do símbolo energizante da montanha, vales e florestas, com forte sentimento panteísta do ponto de vista filosófico e é claramente estetizante sob o ponto de vista da relação homem-natureza [...] sua intenção última é preservar a natureza como ela é, intocada pelo homem [...].
- Ambientalismo: é a preocupação corretiva, a tese do equilíbrio dos ecossistemas, apoiando-se nos estudos dos cientistas físicos e naturais [...]. Isto é, trata das correções daquilo que já foi degradado (casos físicos) e prejudicado (animais e plantas).
- Conservacionismo: é a preocupação com a sustentabilidade do sistema produtivo, porque, se o homem não é a medida de todas as coisas [...] é, no entanto, uma espécie, a nossa espécie, que luta com as outras por sua sobrevivência, sendo necessário, devido ao tremendo multiplicador de seu poder de interferência sobre a vida no Planeta, examinar alternativas e correções de rumo, de modo a conter o caráter destruidor deste poder e salvar o seu lado benéfico. (grifo nosso).

Este movimento trabalha o desenvolvimento ambientalmente sustentável, aquele que não está coadunado com a natureza intocável, nem com o desenvolvimento desejável do capitalismo. Trata a natureza como bem maior da humanidade, porém, sem ser intocável, dentro de uma redoma de vidro o homem seria um mero espectador da beleza cênica sem poder dela usufruir.

Segundo Dias (2000), “educação ambiental, é um processo por meio do qual as pessoas apreendam como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade”.

Leff (2001), em seu livro “Saber ambiental”, colocam que a preocupação maior não é conceituar educação ambiental, mas sim definir consciência ambiental, o que leva à reflexão sobre o que se precisa realmente saber sobre a verdadeira educação ambiental. Os autores apontam que:

A consciência ambiental manifesta-se como uma angústia de separação de sua origem natural, como pânico de ter entrado num mundo incerto, impenetrável, evasivo e pervertido da ordem simbólica. Ela remete a análise que o homem separado da natureza, visto que ele é por si só natureza, entra num estado de crise existencial.

Já, para Oliveira (2000), educação ambiental:

É um processo voltado para a apreciação da questão ambiental sob sua perspectiva histórica, antropológica, econômica, social, cultural e ecológica, enfim, como educação política, na medida em que são decisões práticas todas as que, em qualquer nível, dão lugar às ações que afetam o meio ambiente.

Diante dessas afirmações, por educação ambiental entende-se que seja alguma parte da educação que trata das relações do homem com o seu meio natural, suas interferências no mesmo, as causas que levam o homem a realizar tal tarefa e suas conseqüências.

Assim, com o instrumento “educação”, que é uma das ferramentas para a aprendizagem, a educação ambiental - no que se refere às modalidades e formas - pode ser entendida de três formas:

- 1) Formal: conteúdos programáticos inseridos em todos os currículos.

- 2) Informal: trabalhos realizados com a sociedade civil para despertar ou aumentar a consciência ambiental de uma dada população – são trabalhos de educação no dia-a-dia, valorizando a efetivação da aprendizagem, aplicação no cotidiano como, por exemplo, campanhas, programas de televisão, vídeos educativos, *outdoors*, cartazes, turismo ecológico, dentre tantas outras ações.
- 3) Capacitação: aprendizagem técnica de atividades e conteúdos que irão dar suporte para os responsáveis pela educação formal ou informal – agente do conhecimento.

Sorrentino (2002, p.15) aponta que com relação aos temas e objetivos a serem abordados pela educação ambiental, a mesma se divide em quatro grandes grupos: biológicos; espirituais/culturais; políticos; e, econômicos. Estes grupos em conjunto delimitam que a educação ambiental vem contribuir para a “conservação da biodiversidade, a auto-realização individual e comunitária e a autogestão política e econômica”, através de processos “educativos/participativos que promovam a melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida.” (p.21)

Em síntese, pode-se entender por educação ambiental, toda ação do homem em empreender ato de conscientização de seus semelhantes em favor da conservação e preservação da natureza. Sem um processo de conscientização de que ele é parte da natureza, enquanto espécie inserida na mesma e não um ser fora dela, que deverá viver em favor dela e não contra ela, a natureza estará em perigo.

Dessa forma, a educação ambiental é um instrumento político que deve ser usado para que a população do Planeta seja esclarecida sobre o modo de produção e reprodução de qualquer sistema. A percepção do indivíduo no que se refere a conservação do meio ambiente, vem em auxílio da qualidade de vida de todos os seus semelhantes. Logo, a educação ambiental que tenha por objetivo informar e sensibilizar sobre os problemas e suas soluções existentes em cada comunidade (disseminação da informação para todos), buscando transformar os cidadãos em indivíduos que participem das decisões presentes e futuras, exercendo sua cidadania, torna-se um instrumento indispensável no processo do desenvolvimento sustentável.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS DE PESQUISA

#### 3.1 Caracterização Metodológica do Estudo

Para o alcance dos objetivos delimitados nesta pesquisa, o Quadro 3.1 apresenta os passos adotados.

Quadro 3.1 - Descrição da metodologia de pesquisa.

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	ETAPAS DO TRABALHO	PRODUTOS
- Pesquisa bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"><li>- Revisão de literatura</li><li>- Estratégia da pesquisa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fundamentação teórica para a elaboração do Programa de Gestão Energética Municipal</li><li>- Identificação do problema e dos objetivos</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Abordagem qualitativa</li><li>- Pesquisa exploratória</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fazer um diagnóstico do consumo de energia ns prédios públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública</li><li>- Concepção e/ou utilização de métodos conhecidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mensurar os dados coletados</li><li>- Analisar o sistema de avaliação de dispêndio de energia em prédios públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública</li><li>- sistematizar as ações educativas</li></ul>
- Proposta	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implantar ações de Eficiência Energética no Município de Santa Helena</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicar e avaliar o Programa proposto</li><li>- Conclusões e recomendações para pesquisas futuras</li></ul>

Fonte: [Adaptado de Chizzotti (apud LERÍPIO, 2001, p.57)].

Objetivando uma melhor compreensão lógica e distribuição da revisão de literatura no tempo, a pesquisa está dividida em quatro etapas, que estão descritas, detalhadamente, no item a seguir.

### 3.2 Descrição Detalhada do Estudo

A pesquisa tem um caráter pragmático, sendo um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, onde o objetivo é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. (GIL, *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21). Diante do exposto, a seguir, uma descrição do estudo dá uma visão dos passos adotados para o alcance dos objetivos delimitados.

#### 3.2.1 Pesquisa bibliográfica

Após definir-se a natureza da pesquisa (aplicada), a forma de abordagem (quantitativa e exploratória) buscou-se, inicialmente, uma revisão de literatura acerca do tema, para uma melhor compreensão do objeto de estudo. Este tipo de pesquisa “é elaborada a partir de material já publicado, constituído, principalmente, de livros, artigos de periódicos e, atualmente, com material disponibilizado na Internet”, bem como, as legislações pertinentes, segundo Gil (*apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21). As palavras-chave utilizadas são “desenvolvimento sustentável”, “setor elétrico”, “gestão energética” “educação ambiental” e “métodos de gerenciamento energético”.

Ao mesmo tempo, “objetiva gerar conhecimento para uma aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos”, procurando medir os problemas mais relevantes, onde “o uso de recursos e de técnicas estatísticas são necessárias”, visando “proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, envolvendo um levantamento bibliográfico [...]” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21).

### 3.2.2 Pesquisa de campo

Para finalizar o estudo optou-se por um estudo de caso, que “envolve um estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira que permite o seu amplo e detalhado conhecimento.” (GIL *apud* SILVA e MENEZES, 2001, p.21).

Para elaborar o Programa de Gerenciamento Municipal, com base e amparo na legislação vigente, o qual está sendo proposto pelo pesquisador, foi realizada uma análise do sistema de avaliação de dispêndio de energia nos prédios públicos, escolas, creches, universidade e da iluminação pública, bem como, uma reflexão para as ações para uma sustentabilidade na prática; foi definido um processo de conscientização da população quanto ao uso racional de energia elétrica; e, foram definidos os métodos para um gerenciamento energético eficiente, sendo que estas iniciativas tiveram como base a experiência do pesquisador frente à Prefeitura do Município de Santa Helena. Com isso, o passo seguinte foi demonstrar, implementar e aplicar o Programa proposto.

## 3.3 Caracterização do Objeto de Estudo

### 3.3.1 Apresentação, localização e croqui das ruas do município de Santa Helena (PR)

O Município de Santa Helena possui 20.687 habitantes. Localiza-se no Oeste do Estado do Paraná, única cidade às margens do Lago de Itaipu, próximo da Usina Hidrelétrica de Itaipu, que é a maior em operação do mundo, fornecendo 25% da demanda nacional e, sendo assim, não precisaria economizar energia.

Para que o leitor possa se situar melhor, as Figuras 3.1 e 3.2 mostram a localização e o croqui das ruas do Município de Santa Helena, objeto de estudo, no qual foi implantado o Programa de Gerenciamento Energético Municipal (PGEM).



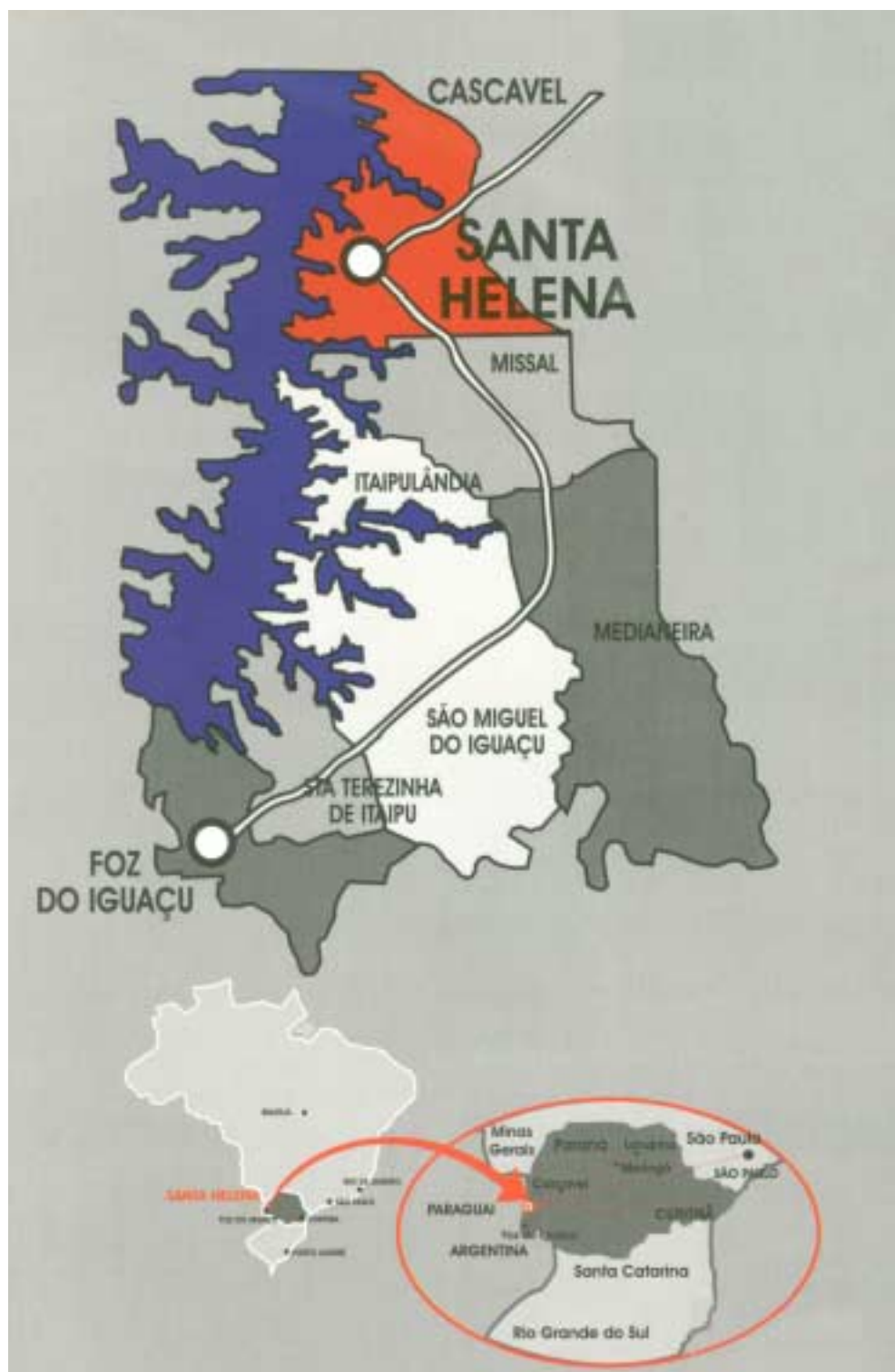


Figura 3.1 - Localização do Município de Santa Helena (PR).  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 3.2 - Croqui das ruas do Município de Santa Helena (PR).  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo apresenta o estudo de caso do Município de Santa Helena, do Estado do Paraná, objeto desta pesquisa, incluindo o diagnóstico e avaliação do consumo de energia, a implantação do Plano de Uso Racional de Energia Elétrica, as etapas para o desenvolvimento do Programa de Gestão Energética proposto, a metodologia para implementação do mesmo, a aplicação do PGEM, e a avaliação dos resultados.

### **4.1 Implantação do Plano de Uso Racional de Energia Elétrica**

A implantação do Plano de Uso Racional de Energia Elétrica se dá a partir da definição de um conjunto de princípios, normas e funções, denominado de PGEM, que tem por finalidade balizar o uso da energia elétrica no Município e controlar seu desempenho e eficiência, objetivando atender às metas previamente definidas pela Prefeitura e Órgãos da administração municipal.

#### **4.1.1 Objetivos do plano de uso racional de energia elétrica**

O direcionamento do foco da administração pública para a GEM, confere maior autonomia ao Município na administração e uso de seu consumo de energia elétrica e proporciona condições para que este decida sobre as opções de desenvolvimento que vai fazer. Os principais objetivos do PGEM são:

- conhecer o consumo energético;
- promover, otimizar e coordenar as operações de gestão da energia;
- reduzir o consumo de energia e, conseqüentemente, a conta municipal de energia;
- aumentar a vida útil das instalações e dos equipamentos através de ações adequadas de gestão e de manutenção;
- promover o uso eficiente da energia que pode ter um efeito multiplicador;
- capacitar o Município para negociar com a concessionária de energia, garantindo, assim, a autonomia municipal na gestão de seus recursos;
- introduzir sistemas e equipamentos mais eficientes que contribuam para uma melhora da qualidade ambiental do Município.

A correção da iluminância média é mais um dos objetivos da Prefeitura. A iluminância define-se como o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, onde a medida usual é o lux, que, por sua vez é definido como sendo a iluminância de uma superfície plana, de área igual a 1 m<sup>2</sup>, para proporcionar conforto ambiental e qualidade de vida. (Tabela 4.1).

ATIVIDADE	ILUMINÂNCIA (LUX) MÍNIMO	ILUMINÂNCIA (LUX) MÁXIMO
Mínimo para ambientes de trabalho	150	-
Tarefas visuais simples e variadas	250	500
Observações contínuas de detalhes médios e finos (trabalho normal)	500	1000
Tarefas visuais contínuas e precisas (trabalho fino como, por exemplo, desenho)	1000	2000
Trabalho muito fino (iluminação local, ex. conserto de relógio)	2000	-

Tabela 4.1 - Níveis de iluminância médios recomendados pela NBR ISO 5413.  
Fonte: Diagnóstico energético, 2002.

#### 4.1.2 Etapas do PGEM

A gestão de energia no âmbito municipal apresenta-se como uma poderosa ferramenta gerencial para a moderna administração pública.

As despesas com energia tendem a crescer em função do próprio desenvolvimento municipal e, portanto, o seu uso deve ser gerenciado de forma eficaz, para que não se torne um obstáculo ao desenvolvimento econômico e social e sim um fator de progresso.

Com as recentes mudanças estruturais e crises ocorridas no setor energético brasileiro, evidencia-se, ainda mais, a necessidade de estabelecer nos municípios, meios para uma administração adequada de energia.

O primeiro passo a ser dado para o desenvolvimento de um programa de uso eficiente de energia elétrica é estimular a sensibilização dos setores estratégicos no âmbito municipal, através da leitura de livros e outros materiais relacionados ao uso eficiente de energia, ou ainda, em parceria com a ELETROBRÁS/PROCEL realizar cursos sobre o tema, principalmente sobre a formação de gerentes municipais de energia, para que sejam capacitados funcionários que serão capazes de gerenciar a utilização de energia no Município.

#### 4.1.3 Definição/nomeação do gerente municipal de energia

Para a implantação de um PGEM faz-se necessário designar um Gerente Municipal de Energia, lotado nos órgãos da Prefeitura. Portanto, todas as secretarias e órgãos da municipalidade, necessariamente, tem que participar do planejamento e desenvolvimento do gerenciamento de energia elétrica.

O sucesso depende do engajamento do prefeito e da direta delegação de autoridade para o órgão encarregado de planejar e desenvolver a política de eficiência energética.

#### 4.1.4 Encaminhamentos legais e gerenciais

Em geral, a criação de uma política de eficiência energética inicia-se através da edição de legislação específica pelo governo municipal. Desta forma, um plano de eficiência energética é criado para dar suporte à política, através do cadastramento dos equipamentos consumidores e do desenvolvimento e execução de um plano de ação. Em muitos casos, a política tem como foco, unicamente os órgãos do governo local que utilizam energia, mas este programa pode abranger toda a comunidade.

#### 4.1.5 Sensibilização, conscientização e capacitação da comunidade

É necessário o envolvimento da comunidade para alcançar metas e objetivos, viabilizar apoio, construir alianças, ter clareza dos recursos financeiros necessários para desenvolvimento do projeto e identificar corretamente os recursos disponíveis. Podem-se construir apoios através de grupos de trabalhos, reuniões com a comunidade, desenvolvimento de redes informais de apoio e participação, reuniões com professores, estudantes, lideranças comunitárias, sindicatos, empresários e outros grupos de interesse.



Figura 4.1 - Fotografia do Seminário Gestão Energética Municipal.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 4.2 - Fotografia do Programa PROCEL nas escolas.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 4.3 - Fotografia da campanha de divulgação e sensibilização.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

#### 4.1.6 Diagnóstico e plano de ação

O primeiro passo a ser dado na implantação do plano é identificar o perfil do uso e dos custos com energia.

A seguir, com base nas informações obtidas pelo diagnóstico, determinar opções prioritárias com os respectivos custos, benefícios, impactos ambientais, potencial econômico e tecnológico, provisão de recursos e viabilidade política em ações em curto, médio e longo prazo.

Após a priorização das ações é necessário designar um grupo de trabalho para elaborar a primeira minuta do plano de ação, o qual deve ser aberto para toda comunidade, construindo, assim, a base de sustentação, uma vez que a mesma desenvolveu-se através de processo participativo.

#### 4.1.7 Implantação das ações

Para dar início a execução do plano de ação é importante escolher metas realistas e capazes de produzir impactos, resultados e envolvimento de pessoas.

Havendo necessidade de financiamento pode buscar as linhas especiais no PROCEL, buscando negociar com a sua concessionária de energia.

#### 4.1.8 Monitoramento e ações preventivas/corretivas

Sugere-se que a revisão dos objetivos de curto prazo sejam anuais, as de médio prazo a cada dois ou três anos e as de longo prazo a cada cinco anos.

O processo de avaliação - que irá comparar os objetivos delimitados com os resultados obtidos - permitirá o acompanhamento e a execução do plano de ação, assegurando a possibilidade de se ter um mecanismo para continuar a relatar os benefícios e ainda para fazer os ajustes finos que o programa necessitar.



#### 4.1.9 Divulgação de resultados

É fundamental para o plano de ação fomentar uma clara apreciação, pela comunidade, dos benefícios da nova política de eficiência energética. Isto significa propaganda, relações públicas e eventos de mídia que permitam informar aos municípios que a administração municipal está promovendo cada vez mais, melhores serviços, com menor custo.

Mostrando, também, que a política de eficiência energética economiza recursos em energia, que serão utilizados para melhorar as condições de vida dos municípios pela melhoria do sistema de ensino, saúde, habitação, política de desenvolvimento agrícola, comercial, industrial, etc. Sendo assim, todos os setores sociais do Município ganham com isto.

### 4.2 Características Gerais do Programa de Gestão Energética Municipal

Através do PGEM é possível levantar e organizar as diferentes atividades desenvolvidas pelo Município; identificar áreas da competência municipal com potencial de redução de consumo de energia elétrica; e, permitir a implementação de novas atividades com qualidade de eficiência energética.

A sua implantação se dá simultaneamente em três escalas de tempo, que são:

- 1) trabalho de identificação e priorização das atividades municipais de gestão energética e a criação; instrumentalização e capacitação da unidade de gestão energética municipal; conscientização e sensibilização dos usuários de equipamentos e serviços municipais através de palestras, apresentação de vídeos, concursos de redação, distribuição de panfletos informativos e coleta de sugestões;
- 2) recuperação ou busca da eficiência energética sobre projetos já executados e em atividade;

- 3) inclusão de normas com possibilidades efetivas de efficientização (ou risco de desperdício) em atividades detectadas nos principais instrumentos urbanísticos (código de obras, plano diretor, leis de perímetro urbano, uso e ocupação do solo e parcelamento); e, auxílio na priorização dos projetos do executivo, detalhando e otimizando as relações custo benefício (ou tempo de retorno) de suas implantações.

Para elaboração do PGEM são necessárias as seguintes informações:

- levantamento de informações gerais do Município: caracterização sócio-econômica, geoclimática e administrativa;
- levantamento do consumo e despesas da energia elétrica nos vários centros de consumo do Município: iluminação pública, sistemas de saneamento e prédios públicos;
- levantamento das características físicas do patrimônio da prefeitura municipal;
- criação e levantamento de indicadores de consumo de energia elétrica;
- definição de estratégias para o combate ao desperdício de energia elétrica (ações específicas, análises de custo/benefício, possíveis esquemas de financiamento e potenciais de economia);
- incorporação da definição da política energética do Município.

#### 4.3 Implantação do Programa de Gestão Energética Municipal em Santa Helena (PR)

Com a descrição detalhada das etapas para o desenvolvimento do Modelo de PGEM proposto, bem como, a metodologia a ser aplicada no mesmo, o item a seguir, descreverá a sua aplicação nos prédios públicos, nas escolas, nas creches, na universidade e na iluminação pública.

### 4.3.1 Ações implantadas

#### 4.3.1.1 Prédios públicos

##### a) OBJETIVOS

Atingir a totalidade dos prédios públicos municipais com sistemas elétricos eficientes e econômicos, buscando o equilíbrio entre a relação custo/benefício, elevando os níveis de conforto e segurança para quem depende de energia elétrica para o desempenho de suas funções, objetivando obter o máximo de economia no consumo de energia elétrica, e, dotar os prédios públicos de instalações e equipamentos eficientes, que possam auxiliar no combate a qualquer tipo de desperdício.

##### b) DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO PGEM

A implantação de sistemas eficientes nos prédios públicos, para a distribuição e uso de energia elétrica iniciou em 1997. A partir de então, todos os projetos que incluíam a construção de novas unidades ou reformas totais ou parciais, contemplaram as obras com sistemas elétricos eficientes. Em cada construção procurou-se aproveitar ao máximo as possibilidades de ganhar eficiência sem comprometer o objetivo final da obra.

Os sistemas de iluminação ganharam um padrão e o uso de lâmpadas fluorescentes compactas e sensores de presença passaram a ser uma exigência nas novas obras que foram construídas a partir deste ano. Em cada projeto foi possível realizar alguns destes itens. As obras mais importantes feitas desta forma são: Novo Paço Municipal, Postos de Saúde, Sub-Prefeituras, Ginásios de Esportes, Fórum da Comarca, Rua da Cidadania, Extensão da UNIOESTE e Centro Social dos Idosos.

A conscientização perante o quadro de servidores foi feita de maneira idêntica ao das escolas, ou seja, ampla campanha de conscientização e de orientação.

A correção da iluminância média foi de 150 lux para 300 lux nos ambientes.

A economia média nos prédios públicos foi de 39%, equivalente ao consumo médio de setenta e oito residências.

Na pedreira municipal foram substituídos as máquinas e os equipamentos, assim como, foi feita a substituição do sistema elétrico, com a implantação do sistema horo-sazonal (relógio automático).

A economia gerada nos ginásio de esportes, por exemplo, foi de 48%, equivalente ao consumo de 32 residências, conforme demonstra a Figura 4.4.

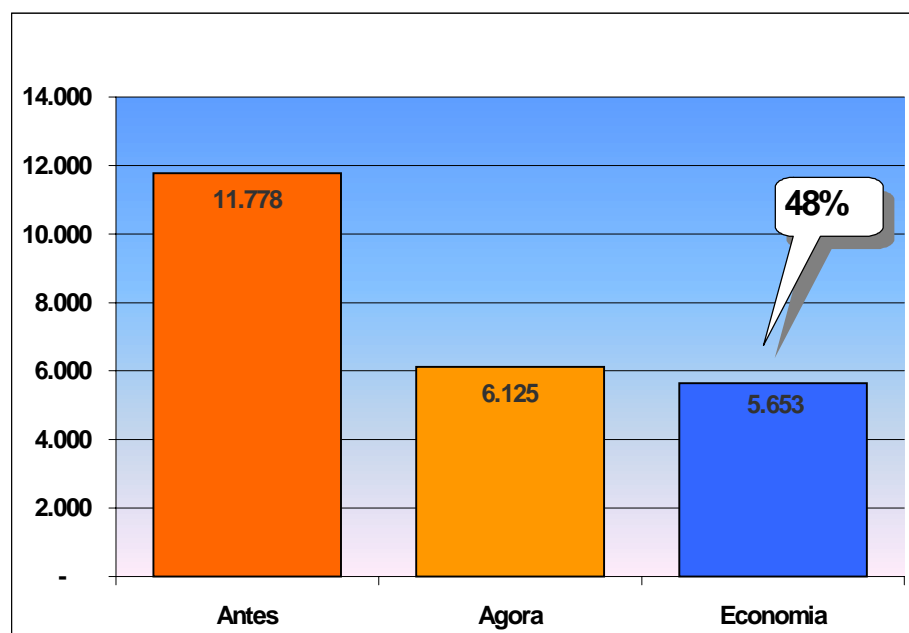


Figura 4.4 - Consumo de energia nos ginásios de esportes.  
Fonte: Diagnóstico energético, 2002.

#### 4.3.1.2 Prédios educacionais

##### a) OBJETIVOS

O PGEM beneficiou todas as escolas municipais e estaduais, as creches, e a extensão da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

Desde 1997, a administração municipal procurou atender duas metas principais: a primeira, uma “correção da iluminância média”, passando de 120 lux para 370 lux nos ambientes para proporcionar conforto ambiente e qualidade de vida; e a segunda, contribuir com o processo de conscientização da população,

objetivando disseminar conhecimento aos alunos, professores e servidores públicos sobre a importância do uso eficiente da energia elétrica e do combate ao desperdício.

Como resultado da aplicação das metas propostas houve uma acentuada diminuição no consumo de energia elétrica e sensível melhoria no processo de ensino-aprendizagem, com um maior conforto ambiental.

#### b) DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO PGEM

Através da realização de um diagnóstico energético do potencial para conservação de energia, em cada um dos estabelecimentos de ensino do Município, chegou-se a conclusão de que, em alguns casos, os sistemas elétricos deveriam ser trocados e em outros adequados (rede de energia, padrão de luz).

Para contribuir, ainda mais, com a redução do consumo e aumentar o nível de iluminação nas dependências das escolas, foram substituídas 3.780 lâmpadas incandescentes de 100W e fluorescentes de 40W por 1.912 fluorescentes compactas de 26W e 36W, acompanhadas de luminárias com refletores, desenvolvidas para o PROCEL.

Foram instalados sensores de presença nas salas de aula e nas demais dependências de cada estabelecimento de ensino para evitar desperdícios causados por lâmpadas acesas na ausência dos alunos, dos educadores e da administração da unidade escolar.

A economia média alcançada foi em torno de 35%, aumentando a iluminação entre 110% e 120%.

Além destas mudanças foi realizada uma ampla campanha de divulgação e conscientização sobre o Programa PROCEL NAS ESCOLAS, através de faixas, *banners*, cartazes, concurso de desenhos e redações, camisetas, divulgação em informativo municipal, rádios e jornais. Foram distribuídas, ainda, 4.580 cartilhas, a cada um dos alunos e realizadas palestras e seminários em todas as salas de aula pelo prefeito municipal e secretários municipais, gerenciadas pela equipe de gestão da qualidade da Prefeitura Municipal.

Além da difusão do Programa nas salas de aula foram realizadas reuniões de esclarecimento juntos aos pais dos alunos.

Hoje, o Programa PROCEL é conhecido por todos os santa-helenenses e os filhos passaram a lembrar as atitudes de seus pais para, também, aplicarem medidas de combate ao desperdício em casa, reeducando seus hábitos e, na medida do possível, revendo os sistemas de iluminação em suas residências, bem como, o uso de equipamentos que reduzam o consumo de energia elétrica.

O resultado foi altamente positivo, tanto para o trabalho dos educadores, administradores, dos administradores dos estabelecimentos de ensino e demais funcionários, quanto para o rendimento escolar dos alunos. Houve uma diminuição do consumo de energia elétrica em cerca de 35%, equivalente ao consumo de 121 residências, conforme demonstra a Figura 4.5.

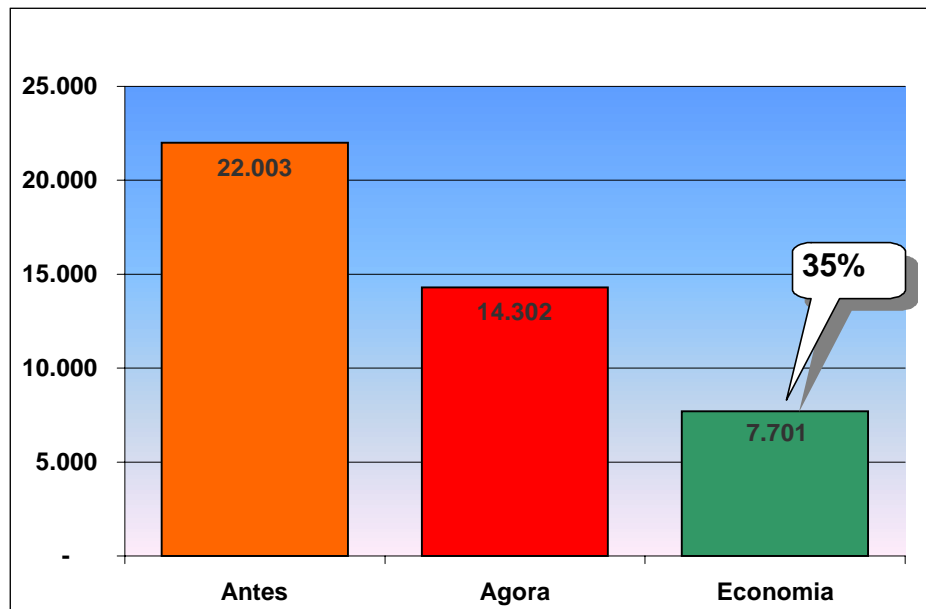


Figura 4.5 - Consumo de energia nas unidades escolares.  
Fonte: Diagnóstico energético, 2002.

#### 4.3.1.3 Iluminação pública

Foram substituídas todas as lâmpadas a vapor de mercúrio de 80W e 125W, por lâmpadas vapor de sódio intercambiáveis de 75W, num total de 2.074 lâmpadas, gerando uma economia média de 19%, equivalente ao consumo médio de 225 residências, conforme demonstra o Figura 4.6.

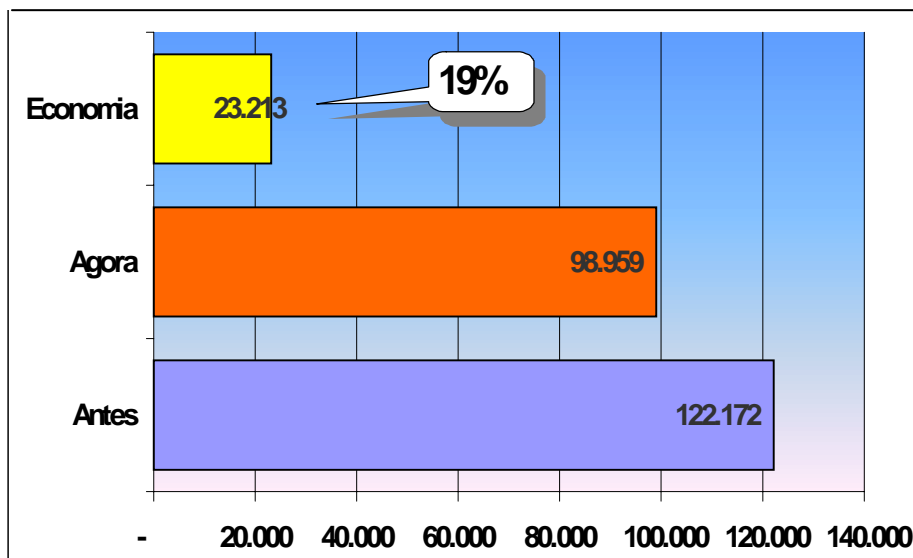


Figura 4.6 - Consumo de energia na iluminação pública.  
Fonte: Diagnóstico energético, 2002.

#### 4.3.1.4 Iluminação pública nos distritos

Esta iniciativa do Município, em parceria com a COPEL, possibilita a implantação do Projeto “Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação Pública”, nos Distritos de São Clemente, Sub-Sede São Francisco, São Roque e Moreninha, assim como, na localidade de Vila Celeste, consistindo basicamente na substituição do sistema de iluminação pública composto de lâmpadas e reatores do tipo vapor de mercúrio de 400 W por lâmpadas e reatores do tipo vapor de sódio de 250 W.

Este Projeto visa reduzir em 37% o consumo de energia elétrica desta parte do sistema de iluminação pública e conseqüente redução da fatura proporcional ao número de lâmpadas substituídas, uma melhoria de 13% do nível de iluminamento das vias públicas nos locais abrangidos pelo projeto; a redução de custos operacionais com benefícios à qualidade do serviço; uma maior confiabilidade e modernidade ao sistema de iluminação pública, com instalação de equipamentos de tecnologia avançada; e, vida útil mais longa dos equipamentos instalados. Não haverá ônus para o Município, uma vez que será custeado pela Copel Distribuição.

## 4.4 Avaliação dos Resultados

Após o detalhamento das etapas, a definição da metodologia para a implantação e a aplicação do PGEM, foi efetuada uma avaliação dos resultados obtidos no Município.

### 4.4.1 Estimativa de retorno do investimento

Levando-se em consideração que o custo total de implantação do Projeto foi de R\$ 800.000,00 (oitocentos mil reais), estima-se que o retorno será, além da economia em reais, a certeza do processo de conscientização da comunidade, que teve a sensibilização sobre a necessidade de cada um fazer a sua parte, tendo como exemplo concreto o projeto desenvolvido pelo poder público.

Tomando por base a economia gerada de consumo médio nos três casos demonstrados nas Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 (ginásio de esportes, unidades escolares e iluminação pública). Respectivamente, os valores de 32, 121, 225 perfazem um total de 378 residências e cada residência gasta o valor aproximado de R\$ 75,00/mês, pode-se concluir que o Município teve o retorno do investimento em dois anos e quatro meses. Isto é:

$$\begin{aligned} \text{R\$ } 75,00 \times 378 &= 28.350,00/\text{mês} - \text{R\$ } 28.350,00 \times 12 = \\ \text{R\$ } 340.200,00 - \text{R\$ } 800.000,00 : \text{R\$ } 28.350,00/\text{mês} &= 28 \text{ meses} \end{aligned}$$

### 4.4.2 Análise das ações implantadas

Foram avaliadas quatro áreas de consumo de energia, que são: Prefeitura Municipal, Pedreira municipal e Escola Municipal José Engel e Iluminação pública.



#### 4.4.2.1 Prefeitura municipal

A avaliação do consumo ocorreu nos período de maio 2001 até abril 2002. Em maio de 2002 foi inaugurada a nova sede da Prefeitura municipal.



Figura 4.7 - Fotografia do prédio antigo da prefeitura municipal.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

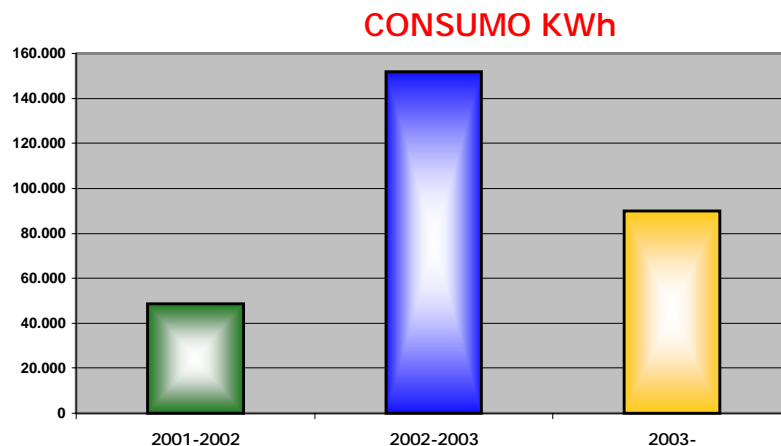


Figura 4.8 - Fotografia do prédio atual da prefeitura municipal.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

Os indicadores de maio de 2002 até abril de 2003 foram feitos, justamente, para poder avaliar um período de 12 meses e comparar com o período de 2001/2002.

Quadro 4.1 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da prefeitura municipal.

<b>CONSUMO KWh</b>			
<b>MESES</b>	<b>2001-2002</b>	<b>2002-2003</b>	<b>2003</b>
Maio	2.817	10.368	11.398
Junho	3.154	10.756	9.194
Julho	3.489	9.947	8.795
Agosto	3.648	9.213	7.860
Setembro	3.725	9.819	8.040
Outubro	4.149	11.487	12.915
Novembro	4.172	12.712	15.475
Dezembro	4.632	16.255	16.204
Janeiro	2.810	8.967	
Fevereiro	5.202	19.482	
Março	5.347	18.077	
Abril	5.622	14.649	
<b>TOTAL</b>	<b>48.767</b>	<b>151.732</b>	<b>89.881</b>



Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

Comparando-se os gráficos de consumo de energia do prédio antigo e prédio atual da Prefeitura Municipal, deve ser observado que o prédio novo é quatro vezes maior do que o antigo, sendo construído com concepção de maior conforto ambiental, de acordo com orientações do PROCEL, isto é, com aproveitamento da

luz solar, ventilação apropriada, paredes duplas, pé direito alto, forro em concreto, dentre outros fatores, bem como, dotado de novas instalações e equipamentos.

Como pode ser constatado:

- no período de maio de 2001 até abril de 2002 (espaço de 12 meses), no prédio antigo, o consumo foi de 48.767 Kwh, tendo uma média/mês de 4.063.
- no período de maio de 2002 até abril de 2003 (espaço de 12 meses), no prédio novo, o consumo foi de 151.732 Kwh, tendo uma média/mês de 12.643.
- no período de maio de 2003 até dezembro de 2003 (oito meses), no prédio novo, o consumo foi de 89.881 KWh, tendo uma média/mês de 11.235.

Portanto, o prédio atual teve uma economia média de 39% no consumo de energia.

#### 4.4.2.2 Pedreira municipal

A partir de 2002 foram feitas várias modificações nos equipamentos, pois estes eram antigos, produziam pouco e consumiam muita energia, bem como, a forma de utilização dos mesmos (troca de motores, máquinas novas, implantação do “sistema horosazonal” de consumo de energia, dentre outras).



Figura 4.9 - Fotografia da pedreira municipal antiga.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 4.10 - Fotografia da pedreira municipal antiga.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 4.11 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal antiga.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



Figura 4.12 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal nova.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.





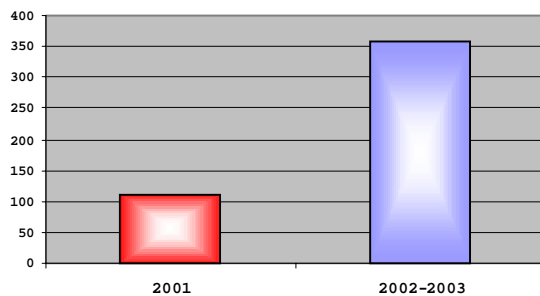
Figura 4.13 - Fotografia dos equipamentos da pedreira municipal nova.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.



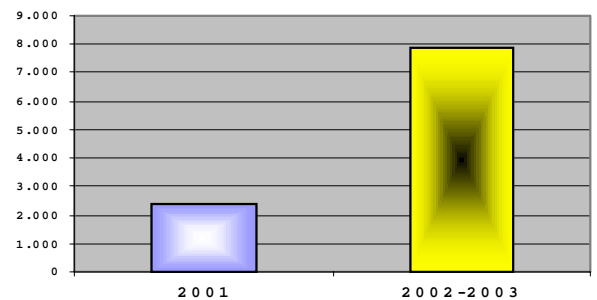
Figura 4.14 - Fotografia da pedreira municipal nova.  
Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

A Pedreira até 2001 produzia 110m<sup>3</sup>/dia de pedra brita, com uma média total de 2400m<sup>3</sup>/mês (22 dias de trabalho). No período de 2002 e 2003 passou a produzir 360m<sup>3</sup>/dia ou 7.900m<sup>3</sup>/mês.

**PRODUÇÃO m3-DIA**



**PRODUÇÃO m3-MÊS**



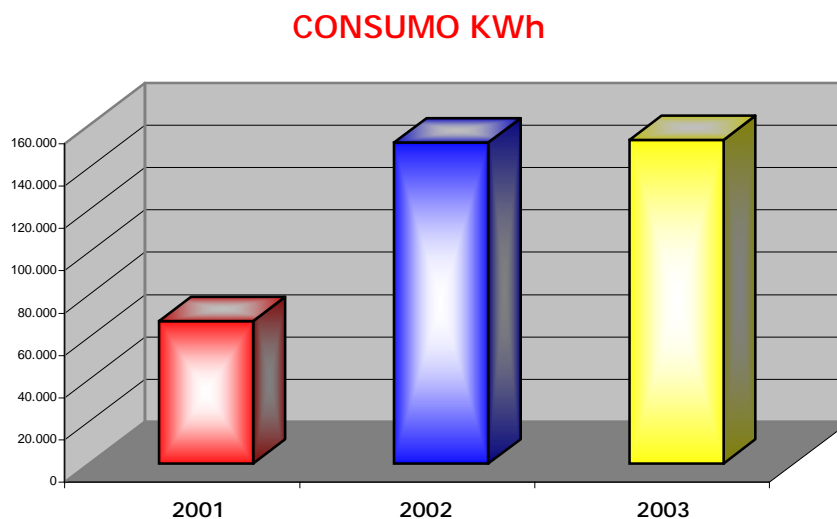
A Pedreira até 2001 produzia 110m<sup>3</sup>/dia de pedra brita, com uma média total de 2400m<sup>3</sup>/mês (22 dias de trabalho). No período de 2002 e 2003 passou a produzir 360m<sup>3</sup>/dia ou 7.900m<sup>3</sup>/mês.

Portanto, houve um aumento de 229% na produção.

Considerando a produção média houve uma diminuição de consumo de energia em 45% (resultado da implantação das melhorias).

Quadro 4.2 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da pedreira municipal.

<b>CONSUMO KWh</b>			
<b>MESES</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Janeiro	4.912	4.210	4.661
Fevereiro	6.018	20.860	21.660
Março	6.225	17.050	14.100
Abril	4.978	20.818	21.525
Maio	5.947	8.950	9.441
Junho	6.232	11.218	11.617
Julho	6.117	18.120	17.805
Agosto	5.622	4.120	3.950
Setembro	5.717	3.510	3.731
Outubro	6.332	16.150	18.241
Novembro	4.110	14.313	13.463
Dezembro	5.302	12.755	13.000
<b>TOTAL</b>	<b>67.512</b>	<b>152.074</b>	<b>153.194</b>



Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

#### 4.4.2.3 Escolas

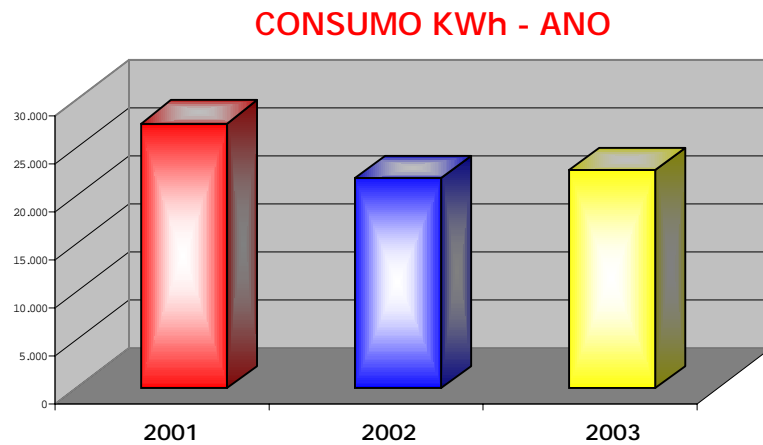
A avaliação ocorreu no período de 2001 até 2003, na Escola Municipal José Engel.

A implantação de melhorias, tais como substituição da fiação elétrica, de luminárias, instalação de sensores de presença em todas as salas de aula e demais ambientes e o uso mais eficiente da energia a partir de 2002, gerou uma diminuição de consumo da ordem de 21,88%, bem como houve melhoria na iluminância. (Quadro 4.3 a seguir).



Quadro 4.3 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da escola municipal José Engel.

<b>CONSUMO KWh</b>			
<b>MESES</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Janeiro	1.300	1.014	884
Fevereiro	1.920	1.028	1.043
Março	2.340	1.996	2.033
Abril	2.348	2.010	2.065
Maiο	2.026	1.814	1.684
Junho	2.855	2.047	2.528
Julho	2.567	1.918	2.041
Agosto	1.945	1.822	1.337
Setembro	2.422	2.012	2.125
Outubro	2.015	2.043	2.235
Novembro	2.909	2.117	2.266
Dezembro	2.823	2.024	2.300
<b>TOTAL</b>	<b>27.470</b>	<b>21.845</b>	<b>22.541</b>



Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

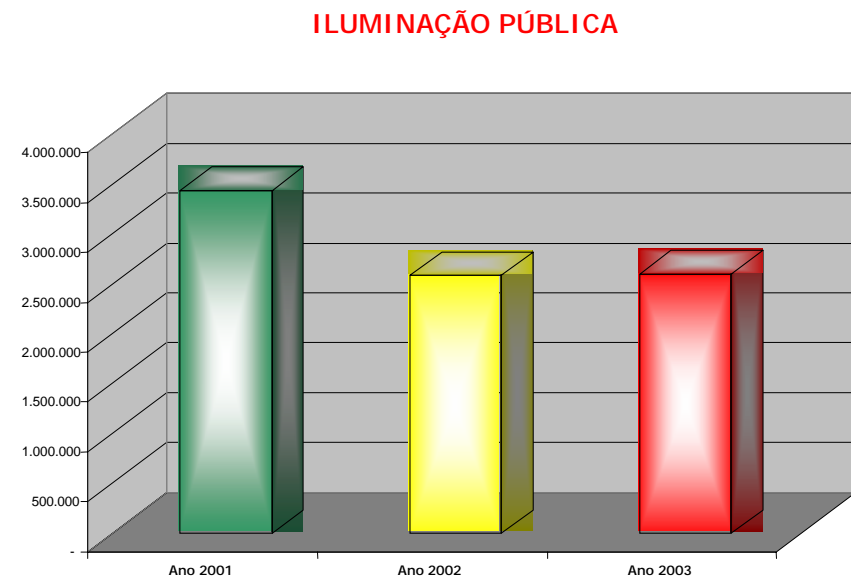
#### 4.4.2.4 Iluminação pública

Na iluminação pública do Município foram trocadas 2.074 lâmpadas (vapor de mercúrio de 80W e 125W, por lâmpadas vapor de sódio intercambiáveis de 75W), com isso, houve uma melhora significativa na luminosidade.

Em três anos a economia foi de 2.760.195 KWh, com uma variação de 32%. O consumo médio é o equivalente a 2.183 residências.

Quadro 4.4 - Demonstrativo e gráfico comparativo do consumo de energia da iluminação pública.

<b>ANOS</b>	<b>CONSUMO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA</b>
2001	3.444.250
2002	2.589.210
2003	2.608.985



Fonte: Prefeitura Municipal, 2003.

#### 4.4.3 Análise crítica da implantação do PGEM

Partindo do pressuposto que o administrador público é hoje um agente que influencia a economia e deve ser o primeiro a demonstrar, através da condução de seu governo, eficiência e qualidade na gestão do Município. Por outro lado, sabendo usar, não vai faltar, principalmente sabendo que se pode economizar eletricidade a um custo menor do que o necessário para gerar, transmitir e distribuir a mesma quantidade de energia elétrica.

##### 4.4.3.1 A importância da ação nos municípios brasileiros

A ação dos municípios nos Programas de Combate ao Desperdício de Energia (PROCEL), do Ministério das Minas e Energias, concentra-se em atividades relativas à iluminação pública (através da substituição de lâmpadas, luminárias e acessórios); efficientização de prédios públicos (sistemas de iluminação, refrigeração, etc); e, no programa educacional (escolas, creches e universidade).

O uso racional e eficiente da energia elétrica volta a se afirmar como um poderoso aliado para o desenvolvimento do país e dos municípios que estão preocupados com a sustentabilidade – não apenas econômica, mas também social e ambiental - ao postergar investimentos públicos ou privados na geração, transmissão e distribuição de energia.

Sendo os municípios brasileiros, na sua maioria, apenas consumidores de energia elétrica e, neste momento, distante a possibilidade de serem produtores e distribuidores de energia elétrica, embora prevista na legislação atual (como por exemplo, Poços de Caldas, Estado de Minas Gerais, como um Município brasileiro produtor independente de energia), é fundamental que assumam a questão energética no seu papel de planejadores urbanos e organizadores do território, como previsto pela Constituição Federal (CF), de 1988, devendo atuar como motivadores/educadores, através da divulgação das medidas adotadas no âmbito do Município e de campanhas sobre o tema “energia e meio ambiente”.

Em tempo de economia globalizada e acirrada concorrência em todos os setores, o administrador público tem de estar cada vez mais compromissado com a

modernidade e disposto a promover bons serviços à comunidade, com austeridade nos gastos e o máximo de resultados possíveis, sob pena de ser atropelado pela história. O prefeito é, hoje, também um agente que influencia a economia e deve ser o primeiro a demonstrar, através da condução do seu governo, eficiência e qualidade na gestão do município e das coisas públicas.

Desde 1996, o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) vem desenvolvendo com a ELETROBRÁS/PROCEL (com apoio do Programa ALURE, da Comissão Europeia - que utilizou como ponto de partida a experiência da Rede Europeia Energie-Cités, uma associação de Municípios Europeus - que promove a sustentabilidade energética local), um Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL) nos municípios brasileiros, que após a implantação de manuais, realização de pesquisas, cursos e seminários, levaram à criação e lançamento, em 1998, da Rede Cidades Eficientes em Energia Elétrica.

O principal objetivo do PROCEL é sensibilizar e auxiliar os Municípios na adoção de uma política de energia elétrica, que se desdobre em medidas concretas e articuladas contra os desperdícios existentes nos principais centros de consumo local e, principalmente, para que adotem uma postura mais atuante e pró-ativa em relação à energia elétrica.

Os Municípios associados à rede têm acesso às informações atualizadas sobre tecnologias, experiências municipais e projetos de eficiência energética através do *site* do IBAM e do Boletim trimestral, os quais também divulgam as realizações municipais.

Segundo dados da ELETROBRÁS-PROCEL, o consumo de energia elétrica nos governos municipais brasileiros é de 25,1 kWh/ano ou cerca de 11% do total consumido no País. O potencial de economia de energia elétrica é de 33%, o equivalente à energia necessária para abastecer cerca de 3,8 milhões de residências.

Na Tabela 4.2 a seguir, estão elencados os números referentes ao consumo de energia elétrica nos órgãos da administração municipal e o potencial de economia de energia de cada um:

SETORES DE CONSUMO DOS MUNICÍPIOS	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kWh/ano)	POTENCIAL DE ECONOMIA DE ENERGIA (%)
Iluminação Pública	9,0	27
Prédios Públicos	9,6	50
Saneamento	6,5	15
<b>TOTAL</b>	<b>25,1</b>	<b>33</b>

Tabela 4.2 - Consumo de energia elétrica nos órgãos da administração municipal e potencial de economia de energia.

Fonte: ELETROBRÁS-PROCEL, 1998.

A boa governança urbana é um pré-requisito para que qualquer cidade seja competitiva e obtenha um nível adequado de qualidade de vida. Um exemplo claro de como valorizar o dinheiro do contribuinte e bem gerir os recursos municipais – para uma cidade cada vez melhor - é a “implantação do sistema de uso eficiente da energia elétrica nos prédios públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública”. Assim, será possível aumentar a eficiência e redução de custos que resultarão em benefícios para a sociedade, seja através da maior disponibilidade de recursos para melhorias e expansão dos sistemas ou com os ganhos da redução dos custos do serviço prestado.

Outra vantagem da efficientização é ser a única fonte (virtual) de energia que não gera impactos ambientais negativos, pois ao contrário, evita a implantação de grandes empreendimentos.

Ao adotar o PGEM, a Prefeitura passa a conhecer melhor o seu consumo, permitindo a orientação e priorização das medidas de eficiência a serem executadas nos centros de consumo, o que reforça sua capacidade de negociação com a concessionária. A vantagem mais imediata e visível para a Prefeitura é a redução de custos, uma vez que os KWh economizados produzem um impacto direto na conta de energia elétrica.

O uso racional e eficiente da energia elétrica volta uma vez mais a se afirmar como um poderoso aliado para o desenvolvimento do país e dos municípios preocupados com a sustentabilidade – não apenas econômica – mas também social

e ambiental, aos postergar investimentos públicos ou privados na geração, transmissão e distribuição de energia.

Portanto, o poder público, em todos os níveis, tem a responsabilidade de dar exemplo para os outros setores de atividade do País na busca pelo aumento da eficiência do uso de energéticos atuando de forma participativa e organizada para obtenção de resultados de racionalização do uso da energia.

O combate ao desperdício de energia elétrica é vantajoso para todos os envolvidos, pois ganha o consumidor, que passa a comprometer menor parcela de seus custos, o setor elétrico que posterga investimentos necessários ao atendimento de novos clientes e a sociedade como um todo, os recursos economizados, as atividades de efficientização energética geram empregos através do próprio serviço e da utilização de equipamentos, em sua quase totalidade fabricados no país, e contribuem para a conservação e melhoria do meio ambiente evitando as agressões ambientais inerentes à construção de usinas hidrelétricas ou ao funcionamento de usinas térmicas.

No caso do Município de Santa Helena, houve duplo benefício, a “economia gerada” e o “reconhecimento nacional”, tendo em vista a premiação recebida, sendo o único Município brasileiro que teve dois projetos sobre uso eficiente de energia que foram premiados, sendo um sobre prédios públicos e outro sobre escolas municipais e estaduais, creches e universidade, conforme destacado anteriormente. (Figuras 4.15 e 4.16 a seguir).



Figura 4.15 - Certificado PROCEL - 1º Lugar - nacional. Prédios públicos municipais.



Figura 4.16 - Certificado PROCEL - 1º Lugar nacional. Educação.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

### **5.1 Conclusões**

A análise das experiências sobre eficiência energética, considerando as teorias existentes sobre inovações tecnológicas e redes e sistemas de inovação, reforça a idéia de que a eficiência energética, do ponto de vista de uma política, pode ser abordada como um conjunto complexo de inovações, considerando-se os paradigmas tecnológicos, organizacionais e institucionais, que vem sendo difundidos através de sistemas e redes de inovação.

No caso específico do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL), essa conclusão pode ser visualizada como uma experiência que avança na perspectiva da inovação tecnológica e, mais ainda, sua forma de desenvolvimento e difusão se dá através de sistemas e redes de inovação.

Através do PROCEL são adotadas novas práticas para sensibilização da população como um todo, bem como, as concessionárias de energia elétrica para a necessidade de se economizar energia, para evitar os apagões e as crises energéticas.

Além destes aspectos, podem ser destacados vários projetos de eficiência energética que são colocados em prática, através de novas tecnologias, tais como: motores elétricos mais eficientes, lâmpadas compactas fluorescentes, luminárias eficientes, aparelhos eletrodomésticos eficientes, sensores de presença, entre outros.

Outros projetos se destacam pela implementação de inovações organizacionais e institucionais, provocando mudanças de hábitos de consumo de

energia como, por exemplo: a adoção de horário de verão nos períodos do ano de maior consumo de energia; os programas educativos na mídia; a regulação sobre eficiência energética; o combate à fraude; às perdas de energia no sistema elétrico; e, a gestão energética.

Portanto, o combate ao desperdício e a busca do uso eficiente das diversas formas de energia tem como principais motivadores uma economia de recursos, devido à possibilidade de postergação de investimentos em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia e o aumento de competitividade dos bens e serviços produzidos, ou ainda, a proteção e a melhoria do meio ambiente, pois grande parte das fontes utilizadas, especialmente os combustíveis fósseis, provoca poluição atmosférica e contribui para aumentar a emissão dos gases do efeito estufa.

Diante do exposto, acredita-se que os objetivos delimitados neste estudo foram alcançados, face aos resultados na análise dos dados nas questões específicas à investigação previamente delimitada.

Quadro 5.1 - Relação entre objetivos específicos e resultados obtidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS OBTIDOS
- Elaborar um diagnóstico do dispêndio de energia elétrica nos órgãos públicos municipais.	Após levantamento das contas de energia elétrica, constatou-se que algumas contas deveriam ser objeto de análise.
- Identificar as principais fontes de desperdício de energia, no âmbito de uma Prefeitura Municipal (prédios públicos, escolas, creches, universidade e na iluminação pública).	Após análise das contas, decidiu-se que no primeiro momento deveriam ser priorizadas as contas de: prédios públicos, escolas, creches, universidade e iluminação pública.
- Propor a melhoria da qualidade de luminosidade e fornecimento de energia elétrica nos prédios públicos e nas unidades de ensino.	Considerando as avaliações efetuadas, foram tomadas medidas que melhoraram a luminosidade e a qualidade da energia elétrica.
- Propor ações educativas que contribuam com o processo de sensibilização/conscientização do usuário quanto ao uso racional e energia elétrica e à conservação do meio ambiente.	Através de campanhas de conscientização na comunidade em geral e órgãos públicos, escolas, creches e universidade foram distribuídos panfletos, cartilhas, bem como, realizadas palestras, concurso de redação alusivas ao tema.
- Propor e implantar, de forma sistematizada, um Programa de Gerenciamento Energético Municipal.	Seguindo as orientações do PROCEL, foi implantado o PGEM.
- Avaliar o Programa proposto.	Conforme a análise de áreas de consumo de energia elétrica, constantes deste trabalho (Prefeitura Municipal; Pedreira Municipal; Escola Municipal José Engel, e Iluminação Pública, foi possível avaliar e comprovar a eficácia do PGEM).

No que se refere aos três primeiros objetivos, após um diagnóstico de dispêndio de energia, a identificação de fontes de desperdício prédios públicos, escolas, creches, universidade e na iluminação pública, constatou-se que houve um gerenciamento do consumo de energia elétrica e uma melhoria na iluminância. Nas escolas, com a troca de lâmpadas houve uma melhoria no nível de iluminância, gerando uma acentuada diminuição no consumo e uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem; nos prédios públicos, os foram instalados sistemas elétricos eficientes, com uma correção da iluminância; na pedreira, houve substituição das máquinas e equipamentos do sistema elétrico; e, na iluminação pública, houve a troca de lâmpadas e, com isso, uma melhoria da luminosidade.

Em atendimento ao quarto objetivo, foram realizadas campanhas de divulgação e elaboradas cartilhas educativas, palestras e seminários contra o desperdício de energia, propondo-se cursos quanto ao uso racional de energia elétrica e à conservação do meio ambiente.

O quinto e sexto objetivos propostos foram atendidos ao se implantar o PGEM no Município de Santa Helena e avaliar o mesmo, identificando seus pontos fortes e fracos, onde se registra a necessidade de estender o diagnóstico para o consumidor residencial e a continuidade das campanhas de sensibilização e de conscientização da população como um todo.

## 5.2 Recomendações para Pesquisas Futuras

O presente estudo situa-se na categoria de primeiro nível na categoria de pesquisa – o estudo exploratório. Com a constatação da necessidade de continuar sensibilizando a população no processo de conscientização da necessidade de gerenciar o consumo de energia elétrica recomenda-se:

- mensurar o perfil e a atitude dos consumidores residenciais frente ao desperdício de energia elétrica.

- avaliar a efetividade das campanhas educativas de esclarecimentos aos consumidores residenciais, quanto ao uso racional de energia elétrica e sua resposta na redução de consumo.
- avaliar o custo-evitado da implantação de expansões de geração de energia, através de estudos das fontes disponíveis em cada região.

### 5.3 Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma metodologia para implantação de um Programa de Gestão Energética Municipal (PGEM), tomando como exemplo o caso do Município de Santa Helena. Este Município foi vencedor, em 2001, de dois prêmios nacionais de uso eficiente de energia, concedidos pela ELETROBRÁS-PROCEL - prédios públicos municipais e escolas.

Esta metodologia é prática e de fácil aplicação, contemplando procedimentos que vão desde a coleta de dados até a determinação do potencial de conservação de cada uso final considerado, passando pela análise de indicadores energéticos, que permitem estimar potenciais de conservação comparando outros diagnósticos.

Pode-se, portanto, concluir que o Município ao implantar um programa de uso eficiente de energia, com certeza servirá de inspiração aos demais consumidores de energia elétrica, porque a partir do momento em que a sociedade usar a energia elétrica de forma mais eficiente, a construção de usinas, de linhas de transmissão e de redes de distribuição, em atendimento ao crescimento da demanda, poderão ser evitadas ou adiadas, contribuindo sobremaneira para a preservação do meio ambiente.

É de extrema importância o poder de decisão do Gestor Público Municipal em implantar este tipo de programa porque, segundo o Prefeito de Salvador e Presidente da Rede Cidades Eficientes, Sr. Antônio Imbassahy, o prefeito é hoje “um agente que influencia a economia e deve ser o primeiro a demonstrar, através

da condução do seu governo, eficiência e qualidade na gestão do Município e das coisas públicas.” (LIMA, 2001).

O Programa proposto visou, num primeiro momento, abordar as principais áreas de atuação da administração pública municipal, como por exemplo, os prédios públicos, as escolas, as creches, a universidade e a iluminação pública; e, num segundo momento, servir de referência para a realização de ações mais amplas, abrangendo o saneamento básico e os postos de saúde, bem como, no âmbito dos setores industriais, comercial, de serviços e residencial, envolvendo todos os munícipes.

“A civilização sempre dependeu do meio ambiente. Agora é o inverso. É o meio ambiente que depende do nosso grau de civilização.” (Dennis Gabor)

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.A. A problemática do desenvolvimento sustentável. In: BECKER, D.F. (Org.). **Desenvolvimento sustentável**: necessidade e/ou possibilidade. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997.

ALMEIDA, L.T. O debate internacional sobre instrumentos de política ambiental e questões para o Brasil. In: II ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, São Paulo, p.3-21, 1997.

ALVAREZ, A.L.M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica**. Metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares. 1998, 167f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Sistema de Potência, Universidade de São Paulo – Escola Politécnica, São Paulo.

ANDREOLI, C. **Gestão ambiental**. Curitiba, PR: Faculdade Bom Jesus, 2002. (Coleção Economia Empresarial).

ASSUMPÇÃO, M.G.; SOUZA, M. de A.S.; ARNOU, P. Gestão energética municipal: um desafio para os municípios brasileiros. Foz do Iguaçu (PR), 1999. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[http://www.xviisnptee.com.br/acervo\\_tecnico/main.htm](http://www.xviisnptee.com.br/acervo_tecnico/main.htm)>. Acesso: em 07/01/2003.

BAHIA, S.R. et al. **Eficiência energética nos sistemas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 1998.

BELLA, V. **Introdução à economia do meio ambiente**. s/l.: IBAMA, 1996.

BETING, J. O consumo de energia retrocedeu oito anos. **Jornal Folha de Londrina - Economia**, 21 jan., p.2, 21, 2003.

BERMANN, C.; MARTINS, O.S. **Sustentabilidade energética no Brasil**: limites e possibilidades para uma estratégia sustentável e democrática. 1.ed. Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático/FASE, 2000.

\_\_\_\_\_. **Energia no Brasil**: para quê? para quem? Crise e alternativas para um país sustentável. 1.ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2002.

BOLETIM REDE CIDADES EFICIENTES. Experiências de sucesso. **Experiência municipal**: um exemplo de eficiência, de quem nem precisava economizar.

BRANCO, A.M. (Org.) et al. **Política energética e crise de desenvolvimento**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

BRANCO, S.M. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional – 1999**. Brasília: 2000.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Programa de educação ambiental: energia recurso de vida. **Livro Zero**, Rio de Janeiro, CIMA, 1996.

CASTELLA, M.C. **Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 1995.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **CEPS – Plano Decenal de Expansão 1996-2005**, dez., 1995.

CINTRA, L.A. Apesar do governo o país se mexe. **Revista Isto É**, n.1654, 13 jun., p.82-85, 2001.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Agenda 21**. 2.ed. Brasília: SEMA / Senado Federal, Sub-Secretaria de Edições Técnicas, 1997c.

COSTA, G.J.C. **Iluminação econômica**: cálculo e avaliação. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998.

DAMIAN, V. **Fritjof Capra na PUC/RS**. Disponível em: <[www.ecoagência.com.br](http://www.ecoagência.com.br)>. Acesso em: 24/01/2003.

DIAS, G.F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. 6.ed. São Paulo: Ed. Gaia, 2000.

DOUROJEANNI, M. J. **Áreas protegidas**: problemas antiguos y nuevos, nuevos rumbos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1997, Curitiba: IAP/UNILIVRE/RNPUCs, v. I, p.69-109, 1997.

**Ecosystem Health & Medicine**: integrating science, policy and management. Newsletter, v. 5 n. 3, jul, s/d.

FURLANETTO, C. Uma contribuição à determinação de perfil do consumo de energia elétrica num ambiente residencial. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FURTADO, A. **Opções tecnológicas e desenvolvimento do terceiro mundo**. In: CAVALCANTI, C. (Org.). Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez; Recife, PE: 1995.

**Gestão Energética Municipal**: subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica. Rio de Janeiro: IBAM/ELETOBRAS/PROCEL, 2002.

**Gestão energética municipal**. Disponível em: <<http://www2.ibam.org.br/rcidades/ogarede.htm>>. Acesso em: 07/02/2004.

GIMENES, A.L. **Agregação de valor à energia elétrica através da gestão integrada de recursos**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia – Sistemas de Potência, Escola Politécnica, São Paulo.

GLASSIE, J. O futuro da vida. **Folha de São Paulo**, Caderno Mais!, 17 fev., p.26-28, 2002. (Entrevista com Edward Wilson).

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 1.ed. São Paulo: EDUSP, 1998.

GOVERNO FEDERAL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. São Paulo: Senado Federal, 1988.

GUIA DE FORNECEDORES MUNICIPAIS. **Iluminação pública**: tecnologia no combate ao desperdício. n. 125, mar., 2002.

GUIMARÃES, V.N. Qualidade de vida no trabalho e introdução de inovações tecnológicas: estudo comparativo de casos de indústria mecânica de Santa Catarina. **Revista de Ciências da Administração**. Florianópolis, ano I, n. 9, ago., p.77-86, 1998.

GONÇALVES JÚNIOR, D. **Reestruturação do setor elétrico brasileiro**: estratégia de retomada da taxa de acumulação do capital? 2002. Mestrado (Dissertação) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GUELLER, H.S. **Revolução energética**: políticas para um futuro sustentável. Mestrado (Dissertação) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em energia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. **O uso eficiente de eletricidade**: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro: PROCEL/ACE, 1994.

**Iluminação pública**. Disponível em: <<http://www2.ibam.org.br/rcidades/oqarede.htm>>. Acesso em: 07/02/2004.

JANUZZI, G. de M.; SWISHER, J.N.P. **Planejamento integrado de recursos energéticos**: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis. Campinas, SP: Autores Associados, 1997.

JORNAL O PARANÁ. **Santa Helena é modelo em economia de energia**, 19 mar., p.18-19, 2002.

KRAUSE, C.B. et al. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**. MAIA, J.L.P. (Coord.). Rio de Janeiro: IBAM/ELETOBRAS;/PROCEL, 2002.

\_\_\_\_\_. **Uso racional de energia elétrica em edificações – iluminação**. São Paulo: ABILUX, 2002.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 1.ed. São Paulo: PW Gráficos e Editores, 1997.

LA ROVERE, A.L.N. **Relatório 1 - Roteiro dos planos municipais de gestão de energia elétrica e do plano de desenvolvimento do trabalho**. Rio de Janeiro: BRACEL, mar., 1998.

\_\_\_\_\_. **Relatório 3 - Desenvolvimento da gestão energética municipal e contribuição à implementação de programas e projetos em municípios – padrão**. Rio de Janeiro, BRACEL, set., 1997.

LEFF, E.; ORTH, L.M.E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 2001.



LEIS, R.H. Ambientalismo: um projeto realista-utópico para a política mundial. In: VIOLA, E. et al. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as ciências sociais**. 2.ed. São Paulo: Ed. Cortez; Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

LERIPIO, A.A. **GAIA: um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais**. 2001. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LIMA, M.S. O empenho dos municípios e da união em administrar a demanda de energia. **Revista de Administração Municipal - IBAM**, ano 45, n. 228, mar./abr., p.17-21, 2001.

LOPES, S.B. **Eficiência energética em sistemas de iluminação pública**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MACHADO, A.C. **Pensando a energia**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 1998.

MARTINS, M.P. de S. **Inovação tecnológica e eficiência energética**. 1999. Monografia (Especialização) – Pós-Graduação MBA em Energia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Rio de Janeiro.

MARTIN, J. **A economia mundial da energia**. São Paulo: UNESP, 1992.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **ELETROBRÁS-PROCEL**. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em: 02/09/2002.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. 2001.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Orientações gerais para conservação de energia em prédios públicos**, abr., Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Guia de gestão energética municipal**. Rio de Janeiro: 1998.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Texto provocativo de gestão energética municipal**. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ENERGIA ELÉTRICA - Efficientia, 1998.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Programa de educação ambiental: a natureza da paisagem e energia**. Rio de Janeiro: Centro de Cultura, Informação e Meio Ambiente (CIMA), 1996. 6 vols.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Manual de conservação de energia elétrica**. Rio de Janeiro: PROCEL, 1991.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço energético nacional – 1999**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira. Infra-estrutura e integração regional**. Brasília: MMA, 2000.

\_\_\_\_\_. **Agenda 21: bases para discussão**. Brasília: MMA, 2000.

\_\_\_\_\_. **Caderno de princípios de proteção à vida**. 2.ed. rev. Brasília: MMA, 2001.

\_\_\_\_\_. **Gestão energética municipal: subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica**. Brasília: MMA, s/d.

\_\_\_\_\_. **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável.** Pesquisa Nacional de Opinião. Disponível em: [www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa](http://www.memoriadomeioambiente.org.br/pesquisa). Acesso em: 02/04/2003.

MODIANO, E.M. **Elasticidade:** renda e preços da demanda de energia elétrica no Brasil. Rio de Janeiro: Departamento de Economia da PUC, maio, 1984. (Texto para Discurso, 68).

MOREIRA, I.V. A experiência brasileira em avaliação de impacto ambiental. **Anais...** In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS, São Paulo, EDUSP, 1991.

NEGRÃO, Priscila. Eficiência energética: bom para a sua empresa e para o Brasil. **Revista Lumière – Eletricidade & Iluminação**, ano 6, maio, edição 61, p.62-67, 2003. (Entrevista com José Drumond Saraiva – ELETROBRAS).

**Notícias.** Disponível em: <http://www2.ibam.org.br/rcidades/oqarede.htm>. Acesso em: 07/02/2004.

**O que é a rede cidades eficientes?** Disponível em: <http://www2.ibam.org.br/rcidades/oqarede.htm>. Acesso em: 07/02/2004.

OLIVEIRA, A.S.D. Educação ambiental: história e rumos atuais. In: **Revista de Educação Ambiental da FURG - Ambiente & Educação**, v. 2, 2000.

PIMENTEL, G. et al. Atitudes do consumidor brasileiro quanto à conservação de energia elétrica. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (SNPTEE), XV, 1999, Foz do Iguaçu (PR). **Anais eletrônicos...** Disponível em: [http://www.xviisnp tee.com.br/acervo\\_tecnico/main.htm](http://www.xviisnp tee.com.br/acervo_tecnico/main.htm). Acesso em: 07/01/2003.

PIQUEIRA, J.R.C.; BRUNORO, C.M. **Energia:** uso, geração e impactos ambientais. São Paulo: Sistema Anglo de Ensino, 2001.

PIRES, P.B. **Energia e meio ambiente:** o pioneirismo da Secretaria do Meio Ambiente do Governo de São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (SNPTEE), XVI, 2001, Campinas (SP). **Anais eletrônicos...** Disponível em: [http://www.xviisnp tee.com.br/acervo\\_tecnico/main.htm](http://www.xviisnp tee.com.br/acervo_tecnico/main.htm). Acesso em: 07/01/2003.

\_\_\_\_\_; SCARPA, M. de M. Gestão energética municipal: um desafio para os municípios brasileiros. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (SNPTEE), XV, 1999, Foz do Iguaçu (PR). **Anais eletrônicos...** Disponível em: [http://www.xviisnp tee.com.br/acervo\\_tecnico/main.htm](http://www.xviisnp tee.com.br/acervo_tecnico/main.htm). Acesso em: 07/01/2003.

#### **Plano Municipal de Gestão de Energia Elétrica – 1998-2000.**

**Prédios públicos.** Disponível em: <http://www2.ibam.org.br/rcidades/oqarede.htm>. Acesso em: 07/02/2004.

QUINTAS, J.S. **Pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente.** Brasília: IBAMA, 2000.

**Relatório sobre o desenvolvimento mundial – 1994.** São Paulo: FGV, 1994.

REIS, L.B. **Geração de energia elétrica.** São Paulo: Ed. Tec Art, 1998.

\_\_\_\_\_. **Oportunidades de geração termelétrica no setor elétrico brasileiro e metodologias para avaliação de viabilidade.** São Paulo: Escola Politécnica da USP/GEPEA, 1999.

\_\_\_\_\_; SILVEIRA, S. et al. **Energia elétrica para um desenvolvimento sustentável.** Edição do LAIS e GEPEA. São Paulo: EDUSP, 2000.

REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Administrando a energia dos Municípios:** desperdício zero, IBAM, n. 228, mar./abr., 2001.

\_\_\_\_\_. **O empenho dos municípios e da união em administrar a demanda de energia.** IBAM, n. 228, mar./abr., 2001.

REVISTA PRODUÇÃO ON-LINE, v. 2, n. 1, 2001.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento:** crescer sem destruir. São Paulo: Ed. Vértice, 1986.

\_\_\_\_\_. **Estratégias para a transição para o século XXI:** desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, FUNDAP, 1993.

SCHIMIDT, S. **Projeto de uso eficiente de energia elétrica:** escolas. Santa Helena, PR: 2001. (Vencedor do Prêmio Nacional PROCEL 2001 – Educação).

\_\_\_\_\_. **Projeto de uso eficiente de energia elétrica:** prédios públicos. Santa Helena, PR: 2001. (Vencedor do Prêmio Nacional PROCEL 2001 – Administração).

SANTOS, A.H.M. et al. **Conservação de energia:** eficiência energética de instalações e equipamentos. MARQUES, M. et al. (Coords.). Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3.ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SORRENTINO, M. **Formação do educador ambiental:** um estudo de caso. 1995. Tese. (Doutorado). Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. Desenvolvimento sustentável e participação: algumas reflexões em voz alta. In: CASTRO, R.; LAYRARGUES, P.P.; LOUREIRO, C.F.B. (Orgs.). **Educação ambiental:** repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002.

UNESCO. **Educação para um futuro sustentável:** uma visão transdisciplinar para uma ação compartilhada. Brasília: IBAMA, 1999.

VEIGA, J.E. da. **Meio ambiente, uma bem intencionada ilusão.** Disponível em: <[www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br)>. Acesso em: 2003.

\_\_\_\_\_. **Integração entre economia e meio ambiente.** Disponível em: <[www.estado.com.br](http://www.estado.com.br)>. Acesso em: 2003.

VINHAES, P. Racionamento teve um lado bom. **Jornal Gazeta Mercantil**, São Paulo, 8 abr., 2002.

VITORINO, M. Cidade do Paraná vence prêmio de racionamento de energia. **Jornal Gazeta do Povo**, Curitiba, PR, 6 mar., p.10, 2002.